PERIODICAL Hokkaido Reg. Fisheries Res. Lab.
#21
#21

No. 21 February, 1960

BULLETIN

OF THE

HOKKAIDO REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

FISHERIES AGENCY

水　産　庁

北海道区水産研究所研究報告

第 21 号

北海道区水産研究所
北海道余市町
昭和35年2月

HOKKAIDO REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
YOICHI, HOKKAIDO, JAPAN

水産庁北海道区水産研究所研究報告

第二十一号

目　　次

倉田　博　タラバガニの幼生と稚ガニに関する研究
Ⅱ　ゾエアの摂餌習性…… 1

倉田　博　タラバガニの幼生と稚ガニに関する研究
Ⅲ　幼生の生残りと発育速度とにおよぼす水温と塩分濃度の影響…… 9

茄子川　郁夫　千島列島周辺の海況と年変動について……15

大島　浩
笹島　正秋
神崎　知子　フイッシユミールの滅菌および品質改良法について……31

西谷　喬助
武田　二美雄
田元　馨
田中　修
久保　正　摺身の凍結と応用に関する研究　第2報
ソーセージ原料としてのスケトウダラ摺身の凍結について（1）……44

タラバガニの幼生と稚ガニに関する研究
II　ゾエアの摂餌習性

倉　田　　博

Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*
II. Feeding habits of the zoea

By

Hiroshi KURATA

Feeding habits of the zoea of king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) were observed in the laboratory using *Artemia* nauplii as food.

Daily food consumption increased steadily from the beginning of the first stage to the late third or the early fourth stage of the zoea: it never stayed constant even within the same zoeal stage (Fig. 1). As the zoeal stage proceeds a larger amount of nauplii was required to pass through. Average number of nauplii consumed by a zoea through its whole life was about 760. It is interesting to note that there was no significant difference in the total amount of consumption between zoeae reared at 7.0-9.9°C and those reared at 12.3-12.5°C (Table 2), though a considerably longer time was required to pass through the whole zoeal life under the former condition than under the latter (Table 1).

A fairly large individual variation was observed in the daily consumption of food (Fig. 2) as well as in the total amount consumed during each stage (Table 3).

No consistent diurnal feeding rhythm was apparent except in the first zoea stage in which more food was taken at night (9pm.-9am.) than in the day-time (9am.-9pm.) as is shown in Table 4.

この報告は実験室で飼育したタラバガニのゾエア幼生の摂餌習性に関する観察結果を述べたものである。孵化直後の幼生の入手方法や一般的な飼育管理方法は前報（倉田，1559 a）に述べた通りである。

本文に入るに先立って，この報告の原稿の御校閲を載いたことに対し東北大学今井丈夫教授に深く謝意を表する。

摂餌量の推定方法

餌は専ら生きた *Artemia* nauplii を用い，約12時間毎（毎日，午前と午後の９時頃）に予め計数して十分豊富に与えた。毎回，投餌に先立って喰べ残りを数えて取除き，そのときの残留 nauplii 数を投与数から差引いた尾数をそれまでの 12 時間における摂餌量と見做した。従って，ここではゾエアの餌摂量は専ら nauplii の尾数で表わすこととし，nauplii の栄養価値には個体差がないものと仮定した。そのために，nauplii は何時も孵化後12時間以内のものだけを使うよう注意した。

また，砂で濾過した飼育海水はゾエアの餌料となり得るものは殆ど含んでいなかったと思う。なぜなら特別に餌を与えない限り，ゾエアは孵化後，最高20日くらい生延びてはいるが１尾も脱皮期に達せず結局は全部死亡したからである。

なお，この実験では，共喰い現象は見られなかった。

実　　験　I

6個（A_1～A_6）の容器にそれぞれ10～11尾の第1期ゾエアを収容して，A_1～A_3は水道水に浸して低温とし，A_4～A_6はチノ式恒温器で温度を調節した温水に浸してやや高温とした。第1表は各幼生期の生残尾数と平均飼育水温とを示す。水道水が次第に昇温したために後期には低温と高温との水温差は可成り小さくなった。

実験はゾエアが孵出した翌日から始めたが摂餌は直ちに見られた。

Teble 1.　Survivals of the larvae in each group and mean water temperatures at each larval stage.

Vessel no.	A_1	A_2	A_3	Mean water temp. in°C	Intermolt period in days	A_4	A_5	A_6	Mean warer temp. in°C	Intermolt period in days
Number of first zoea treated	10	10	11			10	11	10		
1st zoea	10	10	11	7.0±0.37	9	8	11	9	12.5±0.14	6
2nd zoea	8	7	10	7.9±0.34	8	7	9	7	12.3±0.45	5
3rd zoea	7	7	10	9.8±0.83	7	7	9	7	12.4±0.16	5
4th zoea	4	2	7	9.9±0.59	9	7	9	7	12.4±0.13	7
Glaucothoe	2	2	6	—	—	6	4	4	—	—

毎日の摂餌記録

第1図は生存個体1尾当りの毎日の平均摂取 nauplii 数を群別に示す。死亡個体は死亡が認められた時までの12時間には全く摂餌しなかったものと考えた。また，脱皮期にも一時的に摂餌活動が不活潑になることが多いが，それを量的に表現することが難かしいので，平均値を計算する際には特別な扱いはせず脱皮しなかった他の個体と同じだけ摂餌したものと見做した。

第1図によればゾエア幼生の摂餌活動は平均すると可成り規則的で，どの群でも大体同様な傾向が見られる。すなわち，ゾエアの日間摂餌量は，脱皮期を除けば，第1期初期から第3期後期ないし第4期初期まで比較的単調に増大し，その後急速に減少してグロウコテ期に入る。このような傾向は高温群で特に明瞭である。そして，同一ゾエア期内でも一定の日間摂餌量が続くことはない。この結果から考えられることは，ゾエアの外部的な成長は確か

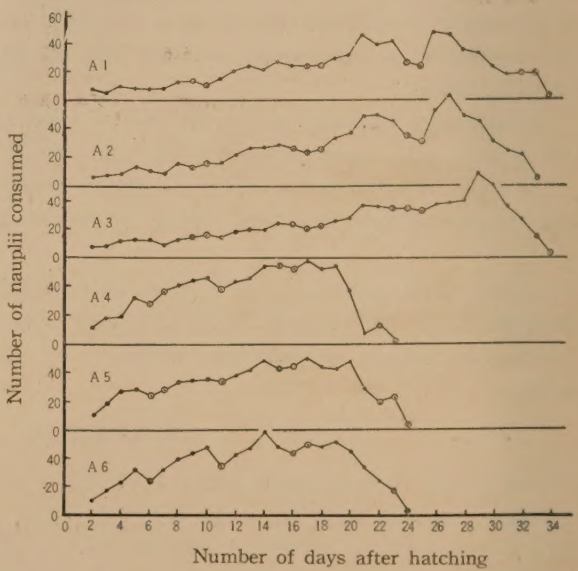


Fig. 1.　Exp. I: average daily food consumption of a zoea of king crab during the whole course of zoeal life. Double circles indicate that moltings were observed. Zoeae A1～A3 were reared at 7.0–9.9°C and those of A4–A6 at 12.3–12.5°C.

に脱皮毎に不連続に起るが，内部的な発育という面では恐らくひとつの連続した過程ではないかということである。しかし，勿論，摂餌活動に関する資料だけからは詳細な検討は出来ない。

各ゾエア期を経過するに要した nauplii 数

各ゾエア期を経過する間に消費した nauplii 数を，ゾエア1尾平均として群別に第2表に掲げた。この実験では少くとも2尾以上の個体を同一容器で飼っているので，脱皮が認められた直前の12時間にはふたつのゾエア期の個体が共存することもあり，その場合，両者の摂餌量は厳密には分けられない。しかし，第1図から知られる通り，脱皮の前後における摂餌活動はゾエア期が違っても大差がないので，その12時間における総摂餌量を両ゾエア期の個体数の比に従って配分した。脱皮した個体は，便宜上，それが認められた直前の12時間の摂餌を全部脱皮前に行なったものと仮定した。死亡個体は，脱皮期に達していた場合には計算に入れたが，脱皮の徴候を示さずに死亡した少数の個体は除いた。

Teble 2. Exp. I: average numbers of nauplii consumed by a zoea during each stage.

Vessel no.	Zoeal stage				Total
	I	II	III	IV	
A_1	77.3	165.4	259.0	252.5	754.2
A_2	77.1	170.7	269.0	333.0	849.9
A_3	74.0	143.1	211.7	359.0	787.8
Average	76.1	159.7	246.6	314.8	763.9
A_4	113.0	172.4	218.3	280.4	784.1
A_5	91.1	145.6	196.9	271.2	708.1
A_6	102.7	178.4	222.4	280.9	784.4
Average	102.3	166.6	212.5	277.5	758.9

第2表から明らかなように，消費されるnauplii数はゾエア期が進む毎に急速に増加する。但し，A_1 では第4期ゾエアの消費量はその前期におけるよりもかえって減少しているが，この群は第4期に入ると間もなく不活潑となり一応全部脱皮期にまで達したが，4尾中2尾だけがかろうじてグロウコテに脱皮出来たもので(第1表参照)，その摂餌活動も恐らく正常ではなかったと思われる。

第2表で注目される点は，消費 nauplii 数は第1期ゾエアでは高温群（A_4～A_6）が低温群（A_1～A_3）よりも多いのに，後期には逆に低温群の方が多いことである。その結果，ゾエア全期にわたって消費した総 nauplii 数は，どちらも平均約760となって大差がない。すなわち，この実験の温度範囲（7.0～12.5°C）ではゾエア全期を経過するのに必要な餌の量は温度に関係なく大体一定であると見做し得る。ただし，ゾエア全期を経過するに要した日数は，第1図から明らかなように，温度によって大きな差があり，高温群では23～24日であるのに対して，低温群では33～34日であった。

実　　験　II

この実験では摂餌活動の個体変異を知るために15尾（B_1～B_{15}）を1尾ずつ別の容器で飼育した。B_1～B_{10}は低温に，B_{11}～B_{15}は高温に保った。水温調節方法は実験Iの場合と同様である。残念ながら，この実験を始めた時，多くの個体はすでに第3期ゾエアであったので，初期ゾエアについての観察は出来なかった。

12時間毎の摂餌記録

第2図は12時間毎に摂取された nauplii 数の個体別記録である。一見して変動が大きいことが知られる。

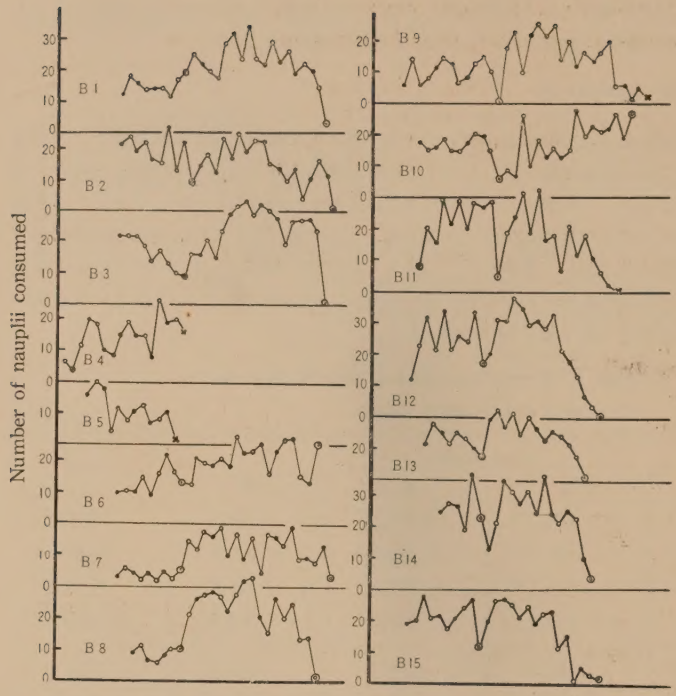


Fig. 2. Exp. Ⅱ : every 12-hrs records of food consumption in each individual reared individually. Empty circles indicate the feeding during the day-time (9am.-9pm.), solid circles that at night (9pm.-9am.). Double circles show the occurrence of molting and crosses the death of the zoea.

摂餌活動の不規則性はゾエアの状態がよくない場合に特に著しい。例えば脱皮途中で死亡した B_4, B_5, B_9および B_{11}, また一応脱皮したが, その後間もなく死亡した B_2 などがそうである。

順調に変態した個体では, その全期にわたる観察が出来た第4期について見ると, 脱皮間期内の餌の摂り方にふたつの型が認められる。その第1は高温群の多くの個体で特にはっきり見られるが, 脱皮間期の初期に多く後期になるにつれて右下りに少なくなって脱皮期に入るもので, この型は低温群では例えば B_1 や B_8 に見られるように山型を示すことがある。第2の型は B_3, B_6および B_{10}などに見られるように, 初期から後期へかけて尻上りに摂餌量が増大し, 摂餌が最も活潑なところで脱皮してしまうものである。このような摂餌活動を示す個体, 特に B_{10}のような典型的な例で目立ったことは, 游泳活動が他の個体よりも一段と活潑な点である。恐らく, この第2の型はゾエアが最も好条件のときの飼の摂り方であり, 多少とも弱いと右下りないし山型となり, 更に, 脱皮に障害が見られる程に衰弱した状態では不規則になるものと考えられる。

摂餌量の個体変異

第3表は第3期および第4期ゾエアの期間に消費した nauplii 数を個体別に示す。第3期ゾエアについては, 全期間の記録でないので総消費量は直接比較出来ないが, 1日当りの平均摂餌量は殊に低温群で個体変異が大きい。すなわち最も多かった B_2の摂餌量は最も少なかった B_7の 5.2 倍である。しかも, どちらも順調に変態を完了した。脱皮間期内の総摂餌量においても, 第4期ゾエアについて見ると, 可成りの個体変異がある。例えば低温群で最も少量の餌で脱皮した B_7に較べると最も多かった B_3の消費量は約 1.8 倍である。高温群でも B_{13}は B_{15}に較べて 1.6 倍の餌を消費した。これらの個体は皆, 順調に変態を完了したから, 正常な個体間でこの程度の変異があるものと考えられる。

Teble 3. Exp. II : the numbers of nauplii consumed by each zoea and the numbers of days during which the zoeae had been kept.

Zoea no.	Third zoea stage			Fourth zoea stage			Remarks
	Total no. of nauplii consumed	Number of days	No. of naupli consumed per day	Total no. of nauplii consumed	Number of days	No. of naupli consumed per day	
B_1	136	4.5	30.2	407	9.0	45.2	
B_2	187	5.0	37.4	264	9.0	29.3	Died soon after the fourth zoeal molt.
B_3	148	4.5	32.9	430	9.0	47.8	
B_4	223	7.0	31.9	—	—	—	Died in the third zoeal molt.
B_5	130	6.0	21.7	—	—	—	
B_6	120	4.5	26.7	352	8.5	41.4	
B_7	33	4.5	7.3	239	9.5	25.2	
B_8	60	3.5	17.1	376	8.5	44.2	
B_9	125	6.5	19.2	278	9.5	29.3	Died in the fourth zoeal molt.
B_{10}	175	5.5	31.8	310	9.0	34.4	
Average	133.7	5.2	25.7	332.0	9.0	36.9	
Mean water temp.(°C)			9.8±.83			9.9±.59	
B_{11}	228	5.0	45.6	241	8.0	30.1	Died in the fourth zoeal molt.
B_{12}	247	5.0	49.4	342	7.5	45.6	
B_{13}	203	4.0	50.8	388	6.5	59.7	
B_{14}	158	3.0	52.7	324	7.0	46.3	
B_{15}	212	5.0	42.4	244	7.5	32.5	
Average	209.6	4.4	47.6	307.8	7.3	42.2	
Mean water temp.(°C)			12.8±.3			12.4±.3	

なお，総摂餌量におけるこのような変異は主に1日当りの摂餌量が違うためであって，脱皮期間の長さが違うためではない。例えば第4ゾエア期を経過するに要した日数は同一飼育水温では個体による差は極めて少ない。

昼夜による摂餌活動の違い

第4表は実験Ⅰにおける各群について，ゾエア期別に昼間（9 am～9 pm）と夜間（9pm～9am）の摂餌量を別々に集計し，昼間の摂餌量に対する夜間の摂餌量の比率を示す。第4表によれば，第1期ゾエアではどの群でも夜間の摂餌量は昼間よりも明らかに多い。しかし，第2期以後では昼夜による摂餌量の差は多くの場合著しくない。可成り違う場合でも夜間の方が多い場合と昼間の方が多い場合とがあり規則的でない。

表3期と第4期ゾエアについては実験Ⅱの記録から個体別にもっと詳

Teble 4. The ratios of nauplii consumed at night (9pm.～9am.)to those in the day-tine(9am.～9pm.).

Vessel no.	zoea stage			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
A_1	1.21	.87	.96	1.03
A_2	1.18	1.18	.93	1.03
A_3	1.13	1.02	.91	.94
A_4	1.26	1.09	.93	1.07
A_5	1.34	1.04	1.12	.83
A_6	1.22	1.09	1.02	1.14

しく知ることが出来る。第2図で白丸は昼間(9am～9pm)，黒丸は夜間（9pm～9am）の摂餌量を示しているが，多くの場合，規則的にどちらか一方にだけ特に多く摂餌する状態は見られない。多少とも規則的な日週変化が見られても長続きしないことが多い。また，日週変化が見られる場合について言えば，むしろ昼間に摂餌量が多くなる例が多い。例えば B_7，B_{10}およびB_{13}の第4期前半，B_{11}の第3，4期などである。しかし，B_{12}の第3期におけるように夜間により活潑となる日週変化も見られ，必ずしも一様でない。要するにゾエアの摂餌活動は個体により，また同一個体でも時期によって，規則的な日週変化をすることもあり全く不規則になることもある。

また，日週変化が見られる場合でも，昼か夜かのどちらか一方にだけ摂餌するというのではなく，昼も夜も摂餌し摂餌量の差は普通あまり著しくない。この点は例えば魚類などの visual feeder に見られる摂餌活動の日週変化（Shelbourne, 1953；倉田，1959 b等）と違うところである。

ゾエア幼生と *Artemia nauplii* の乾燥重量

ゾエアの摂餌量をそれ自身の体重に対する割合で表わすために，ゾエアとその餌料の乾燥重量を測定した。第5表はその結果である。第2期以後のゾエアは標本数が少なくて信頼出来る値が得られなかったので省く。

Table 5. Dry weights of first zoea of king crab and *Artemia* nauplii.

	First zoea of king crab	*Artemia* nauplii		
		I	II	Average
Number of animals used.	282	1,000	1,000	1,000
Total dry weight in mg.	45.6	16.4	13.8	15.1
Average dry weight in mg. per individual	.1617			.0151

第1期ゾエアは約5%フオルマリン液で固定し，引続き同液中に約3カ月保存されていた材料を用いたので，恐らく実際より小さな値が得られたと思う。孵化後の経過日数も1～7日にわたっている。*Artemia* nauplii は孵化後12時間以内の生の材料を用いた。

第5表および第2表に掲げた資料から計算すると，第1期ゾエアが脱皮までに摂取した nauplii の乾燥重量はゾエア自身の乾燥重量に比較して，低温群では7.1倍，高温群では9.5倍となる。また1日当りの摂餌量はそれぞれ0.79倍および1.59倍である。これは例えば *Calanus* で推定された値に較べると意外に大きい。すなわち，Marshall et al (1935) によると O_2 消費量から推定した *C. finmarchicus* の1日当り必要餌量は成体で，冬期には体重の2.2～2.8%，夏季には6.3～7.6%である。第5表における第1期ゾエアの乾燥重量は保存中の減量のため実際より小さいと思われるが，その点を考慮に入れてもなお相当多量の摂餌が想像される。ただし，この報告における摂餌量は摂取された総量であるから，その内の何パーセントが実際に消化・吸収されたかは不明である。従って O_2 消費量からの推定値との比較にはその点に注意しなければならない。

一方，Pütter (1924-25) によれば，copepods の夏季における日間摂餌量はその体重の39%（*Calanus*）から156%（*Oithona*）にもおよぶと推定されているし，また同一種内では単位体重当りの摂餌量は一般に小型個体程多い傾向があることが知られているから，タラバガニにおいても幼生期の摂餌量が体重の割には多くても或いは不自然ではないかも知れない。

論　　議

前報（倉田，1959 a）において，第1期ゾエア初期に投餌開始を遅らせると，それと時間的に一致して脱皮期に達するまでの日数が延びることが知られた。そのことからゾエアは脱皮までに一定量の餌を必要とするだろうと推定したが，今回の実験からこの点は確かにその通りであることが明らかになった。すなわちすでに述べた通り，低温群と高温群ではゾエア全期を経過するに要した日数は可成り違うにも拘らず，消費した総 nauplii 数には殆ど差がない。そして，このことは Pentelow (1939) が brawn trout について得

た結果と本質的には同じことである。すなわち，Pentelow によれば40～50°F の範囲では brawn trout の体重増加は大体において消費した餌の量に比例した。

高温ではゾエアは初期に比較的多くの部分を消費する傾向が見られたが，これは多分，急に高温に移されたことが刺戟となって摂餌活動が一時的に促進されたためだろうと考えられる。そして，後期になると逆に低温群よりも少ない餌で脱皮するのは，恐らく初期に多量に摂餌した効果が残っているためではないかと考えられる。例えば実験Ⅱの場合，幼生は第3期ゾエア初期まで同一温度条件（低温）で飼育されていたものであるが，約3°C違う高温に移されたB_{11}～B_{15}は引続いて同温度におかれたB_1～B_{10}に較べると，1日当り摂餌量は殆ど2倍に近い。ところが第4期に入ると温度差は依然約2.5°Cあるにも拘らず，1日当り摂餌量の差は小さくなり，脱皮までの1尾当り総摂餌量はむしろ低温群の方が多い。これは，幼生が高温に馴れたためでもあるが，同時に，第3期に多量に摂餌した結果が現われたためでもあるのではないだろうか。

甲殻類などの動物プランクトンにおける摂餌活動の日週変化に関する従来の観察結果は研究者によって必ずしも一致していない。すなわち，Fuller（1937）は *Calanus finmarchicus* を *Nitschia closterium* を餌として実験室で飼育した際，夜間により活潑となる摂餌活動の日週変化を認めた。また，Wimpenny(1938) は自然採集した *Paracalanus pavus, Calanus finmarchicus* および *Sagitta setosa* の消化管内容物の観察から，これらの動物プランクトンでは摂餌個体の割合は夜間の方が昼間よりも多いと述べている。ところが Marshall（1924）によれば，*C. finmarchicus* は冬期間は専ら夜間にだけ摂餌するが，春になって植物プランクトンが増えると昼間の摂餌も次第に活潑となり，夏季には昼夜による摂餌活動の差はなくなることが観察されている。更に Gauld（1953）によれば，矢張り *C. finmarchicus* で，自然採集によっても，実験室での観察によっても摂餌活動の日週変化らしいものは全く認められず，餌さえ十分にあれば24時間にわたって連続的に摂餌すると結論された。そして，自然で摂餌期と非摂餌期とが交る交る見られるのは，それが顕著な垂直移動をする場合に限られ，昼間に摂餌個体の採集量が少ないのは，多くの個体が餌のない下層に沈下しているからだと説明している。

筆者の実験ではタラバガニ幼生は常に十分豊富な餌を与えられていたので，観察された結果もゾエア自身の摂餌活動の変化を示すものと思う。その結果によれば，すでに述べたように，一般には昼夜の摂餌量は大差がない例が多い。ただし第1期ゾエアだけはどの例でも摂餌量は夜間（9pm～9am）の方が昼間（9am～9pm）よりも多かった。ゾエアはその全期にわたって明るい方へ向う性質があるが特に初期に著しい。このようにゾエア初期に光に対する感受性が特に強いことと，その時期にだけ規則的に昼夜の摂餌量に差があることとの間には或いは何か関係があるのかも知れないが，今の所まだよく判らない。

摘　　要

Artemia nauplii を餌として実験室で飼育したタラバガニのゾエア幼生の摂餌習性を観察し次のような事柄が知られた。

1．ゾエアの日間摂餌量は第1期初期から第3期後期ないし第4期初期まで単調に増加する。ただし，脱皮期には一時的な減少が見られる。

2．ゾエア全期に消費した総 nauplii 数は1尾当り平均約760尾で，7.0～12.5°C の範囲では水温による差は著しくない。そして，高温の場合には初期に比較的多くの部分を消費する傾向が認められた。

3．摂餌量の個体変異は大きく，特に水温が低い場合に著しい。

4．昼夜による摂餌活動の違いは不規則なことが多く，時として規則的な日週性が見られても普通あまり長続きしない。ただし，第1期ゾエアの期間だけは夜間の摂餌量はどの例でも昼間よりも多かった。

引　用　文　献

Fuller, J. L.（1937）: Feeding rates of *Calanus finmarchicus* in relation to environmental conditions. Biol. Bull., **72**（2）, 233-246.

Gauld, D. T.（1953）: Diurnal variation in the grazing of plankton copepods. Jour. Mar. Biol. Assoc.,

31, 461-474.

倉田　博（1959, a）：タラバガニの幼生と稚ガニに関する研究，I．幼生期の人工飼育，特にzoeaの飼料について．本報告，(20)，76-83.

———（1959, b）：ニシン稚魚の飼育について．本報告，(20)，117-138.

Marshall, S. M. (1924): The food of *Calanus finmarchicus* during 1923, Jour. Mar. Biol. Assoc., **13** (2), 473-479.

———, A. G. Nicholls & A. P. Orr (1935): On the biology of *Calanus finmarchicus*. Part VI. Oxygen consumption in relation to environmental conditions. Ibid, **20** (1); 1-27.

Pentelow, F. T. K. (1939): The relation between growth and food consumption in the brawn trout (*Salmo trutta*). Jour. Exp Biol., **16**, 446-473.

Pütter, A. (1924-25): Die Ernährung der Copepoden. Arch. für Hydrobiol., **15**, p. 70. Marshall et al (1935) による。

Shelbourne, J. E. (1953) : The feeding habits of plaice post-larvae in the Sourthern Bight. Jour. Mar. Biol Asoc., **32**, 149-160.

Wimpenny, R. S. (1938) : Diural variation in the feeding and breeding of zooplankton related to the numerical balance of the zoo-phytoplankton community. Jour. du Cons., **13** (3), 323-337.

タラバガニの幼生と稚ガニに関する研究
III　幼生の生残りと発育速度とにおよぼす水温と塩分濃度の影響

倉　田　　博

Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*
III. The influence of temperature and salinity on the survival and growth of the larva

By

Hiroshi KURATA

The zoeae of king crab can be reared at temperatures between about 2 and 15°C. Within this temperature range an earlier molting was induced at higher temperatures. The relation between the number of days(y) required to pass through each larval stage and the mean water temperature(x) may be expressed by the following formula:

$$y = \frac{a}{x^b},$$

in which a and b are constants. Constant b is a temperature coefficient which does not vary with temperature. It is interesting to note that the values of b of five larval stages calculated by the least square method show a fairly good agreement with one another (Table 2).

Salinity lower than about 12 g/l Cl is unfavourable for survival of zoeae and none reared in sea-water of 8.5 g/l Cl reached the fourth zoeal stage. The rate of development, however, was not affected by salinities between 11.8 and 21.9 g/l Cl (Table 3).

水温や塩分濃度がタラバガニの卵の孵化や初期幼生の生残りにおよぼす影響に関しては幾つかの実験記録がある（三原，1936，1938; 清水，1936; 西村，1936等)。しかし，ゾエア幼生の飼育方法がまだ確立されていなかったため，卵の孵化に関してはともかく，幼生の生残りや発育速度に関する実験はなお不十分であり調節された温度，または塩分濃度での長期の飼育が行なわれたことはなかった。そこで，主に1953と1955年とに，これらの問題を明らかにするための実験を試みた。孵化直後の幼生を得る方法や，一般的な飼育方法は第1報（倉田，1959）に述べた通りである。

本報告原稿の御校閲を載いたことに対して東北大学今井丈夫教授に深く謝意を表する。

温　　度

適 温 範 囲

ゾエア幼生の適温範囲を知るために，0～20°Cにわたって約5°C間隔に調節した水温で長期の飼育を試みた。孵化水温は4.7°Cで，孵化後直ちに約1.2ℓ入りのガラス容器に収容し，チノ式恒温器で温度を調節した温水または水氷中に浸して，所定の温度まで除々に昇（または降）温した。

Table 1. Survivals of the first stage zoeae of king crab at different temperatures.

Water temperature C		No. of first zoea used	No. reaching molting stage, including those died in molt	No. reaching second zoea	Average no. of days survived during the first zoea stage
Range	Mean				
—	ca. 20.0	20	0	0	< 1
13.5～16.7	15.3	20	5	1	5.4
8.5～12.1	9.9	20	20	14	6.4
3.4～ 7.2	5.4	20	20	1	10.3
−0.5～+1.8	0.8	20	0	0	>20

第1表は飼育結果を示す。20°C以上の高温ではゾエアは24時間以内に変態した。平均15°Cでも多くの個体は多少とも不活潑となり色素胞の収縮が見られた。得られた第2期ゾエアはわずか1尾だけであった。また，0.8°C以下の低温では，約半数が20日以上も生きていたが，1週間目頃から全般に非常に不活潑となり色素胞の収縮が著しく極度に衰弱した状態が続いた。最も高い生残率が得られたのは大体5～10°Cの範囲

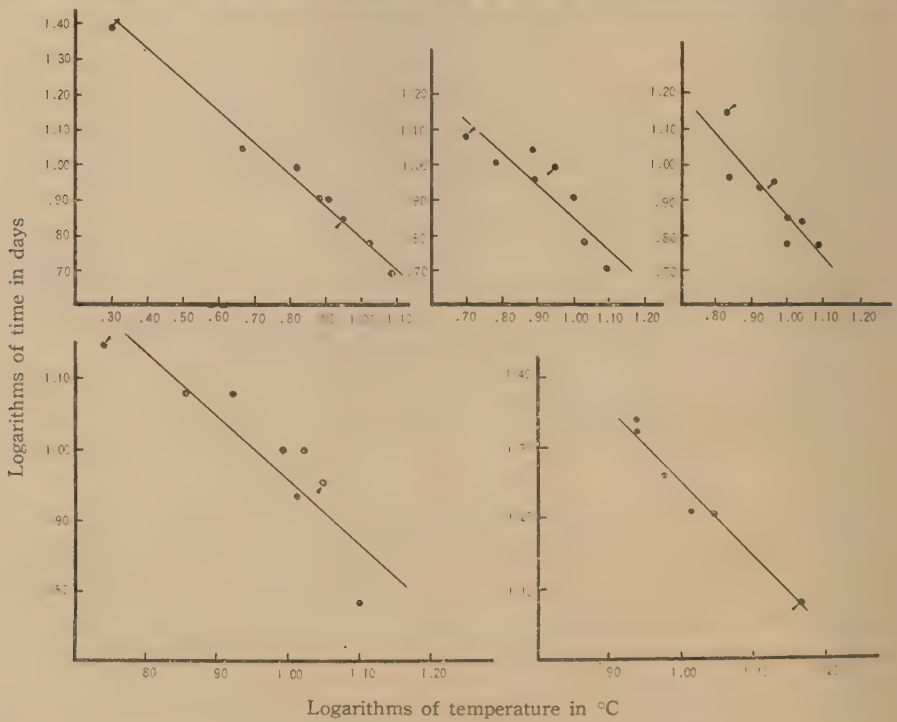


Fig. 1. Logarithms of time in days required during each larval stage of king crab plotted against logarithms of temperature in °C. Those points with a mark (′) are cited from Shimizu (1936) and those with a mark (,) from Sato & Tanaka (1949).

* この個体は，その後2回脱皮して第4期ゾエアに達したが，そのとき，主に胸脚や腹肢にすでにグロウコテ的な形質が見られた。すなわち変態が部分的に促進された中間型であった（倉田，1956参照）。

である。但し，平均5.4°Cでも第2期ゾエアへの生残率は非常に低かったが，死亡はすべて脱皮の途中で起ったことから，恐らく温度以外の理由によるものと思われる。結局，人工飼育に関する限り，第1期ゾエアが堪え得る最高温度は15°C以下で，最適温度範囲は5～10°Cと見做し得る。堪え得る最低温度については更に検討を要するが，清水（1936）は1.5～2.4°C（平均2.0°C）で第1期ゾエアの野外飼育に成功しており，或いはその辺が限界ではないかと想像される。

なお，この実験とは別に，氷による影響を知るために，ゾエアを収容した容器を塩氷中に浸して飼育水を約1時間凍らせて見た。但し，凍った飼育水の温度は，その氷点（−1.6°C）以下には下だらなかった。その結果によると，飼育水が溶解した後に約半数のゾエアは再び活潑に游泳し，残りの半数は触角や顎脚が折れたために死亡した。従って，短時間では氷による影響は機械的な障害が主なもので，低温自体はあまり著しい影響を与えないものと推定される。

温度と発育速度との関係

適温範囲内では幼生の発育は温度が高い程早い。第1図は清水（1936），佐藤・田中（1949）および筆者自身の実験結果に基ずいて，平均飼育水温（°C）と各幼生期を経過するに要した日数との関係を示す。但し両者とも対数に転換した。どの例も個体別の記録ではないので，各幼生期の日数は生存個体の半数が脱皮を終えた日を基準として決めた。例えば第2期ゾエアの日数は，生残個体の半数が孵化後，第1回脱皮を終えた日から，第2回脱皮を終えた日までである。また平均水温は毎日午前10時頃の測定値を算術平均して求めた。

第1図によれば，どの幼生期についても大体直線的な関係が見られる。但し，第2～第4期ゾエアでは点のばらつきが可成り大きいが，第1期ゾエアとグロウコテでは相当良好な直線関係が認められていることから考えて，恐らく，資料そのものがあまり厳密でないことや，温度以外の条件の影響を強く受けたためではないかと思われる。そして，恐らく，各幼生期について Bělehrádek（1926）による次のような実験式が成立つものと考えられる。

$$y = \frac{a}{x^b},$$

但し，y は各幼生期を経過するに要した日数，x は平均水温（°C），a, b は常数で，b は温度係数，a は+1°Cのときに要する日数を表わす。

Table 2. Values of temperature coefficient(b) calculated by the method of least squares.

	Zoea stage				Geau-cothoe
	I	II	III	IV	
Temperature coefficient(b)	.8173	.7204	1.0974	.8814	.8795

最小自乗法によって求めた温度係数(b)の値は第2表に掲げた通りである。第2期と第3期ゾエアでは多少かけはなれた値を示すが，他の幼生期では比較的互いに類似した値が得られた。これらの値を算出した資料は，すでに述べたように，個体別の記録でないため幼生期の日数も厳密でなく，平均水温の決め方も必ずしも精密でない。更に幼生の発育は水温ばかりではなく，例えば餌の多寡によっても著しく左右され（Templeman, 1936; Broad, 1957; 倉田，1959），また温度の違いに附随して他のいろいろな条件が変るので，実験結果から厳密に温度と発育速度との関係を抽出することは非常に難かしい。このような事柄を考慮に入れると，第2表のbの値については，その違いよりもむしろ類似の方がより強く注目される。Bělehrádek（1926）はこの値が恐らく何か生物学的意味をもつものと推定しているがタラバガニの幼生期に関しては，その生物学的意味は別として，恐らくある一定の値をもつのではないかという示唆が得られる。

塩　分　濃　度

1955年に，8.5～21.9g/l Cl の範囲にわたる5段階の塩分濃度において，ゾエア幼生の長期の飼育を試みた。第3表はその結果から塩分濃度がゾエアの生残りと発育速度とにおよぼす影響を示す。No. 1～No. 5の飼育海水は沿岸海水に粗塩を加えて作った高濃度の海水を蒸溜水でうすめて調整し，No. 6 は沿岸海水をそのまま濾過して用い，実験開始時と終了時とに各1回，硝酸銀滴定法によって塩素量を滴定した。餌は

Artemia nauplii で [illegible] であった。

Table 3. Surviuals and the length of time required to reach glaucothoe at different salinities.

Vessel no.	Salinity range [illegible]	No. of first zoea used	Number reaching				Average no. of days to glaucothoe
			2nd zoea	3rd zoea	4th zoea	Glaucothoe	
1	8.50—8.54	20	11	4	0	0	—
2	11.80—11.89	20	16	13	7	2	35
3	15.87—15.88	20	20	20	14	9	34
4	19.01—19.06	20	17	4	3	1	34
5	21.87—21.91	20	14	8	8	7	34
6	17.92—17.97	20	12	11	8	7	33

[illegible] 進分濃度は大体 S=32.00～33.00‰（Cl=17.71～18.27‰）の範囲である。

[illegible] Templeman [illegible] *Homarus* [illegible] られた。

論　　　議

[illegible] 39）。或いは両者の幼生は低温に対する抵抗力に多少違いがあるのかも知れない。

[illegible] Bělehrádek [illegible] Bělehrádek [illegible] に生物学的常数（α）をとり入れて，

$$y = \frac{a}{(t-\alpha)^{b}}$$

[illegible]

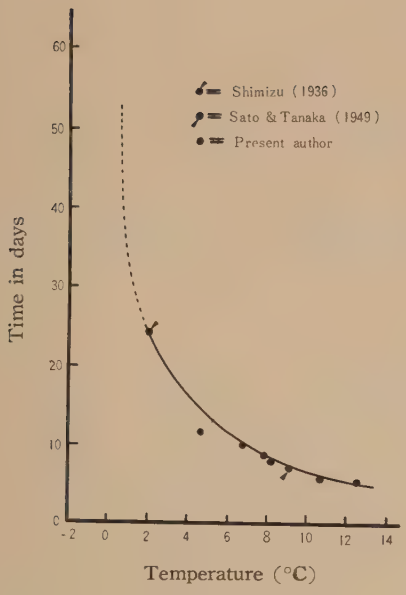


Fig. 2. Length of time between hatching and the first molting of king crab zoeae at different temperatures.

合には，Bělehrádek の式は，

$$y = \frac{a}{x}, \quad \text{または } xy = a,$$

とすることが出来，よく知られた積算温度の法則と正しくまたは近似的に一致し，実用的には一層便利である。試みにタラバガニ幼生についてゾエア全期およびグロウコテ期に要した積算温度（Day-degrees）を計算して第4表に掲げた。飼育方法やゾエア幼生に与えた餌に違いがあるにも拘らず比較的互いに類似した値を示し，近似的には十分役に立つものと思われる。

三原（1936）によればタラバガニの卵の孵化は高比重の海水中では非常に遅れるといわれている。しかしこの現象は Charles（1959）が淡水産の Copepoda について明らかにしたように，恐らく卵が孵化する際の外卵膜の破壊が滲透圧が関係した機構によって行われるためと推定され，必ずしも高鹹水中で幼生の発育が阻害されたためではないだろうと考えられる。前述の通り自由游泳生活に入った幼生の発育が塩分濃度と無関係であることは，この見解を裏付けるものと思う。但し，Costlow and Bookhout（1959）の実験によれば，*Callinectes sapidus* ではゾエア幼生の発育は塩分濃度と無関係であるが，メガロパ幼生は高鹹水中では低鹹水中におけるよりも脱皮までにより長期間を要するという結果が得られている。或いはゾエアと

Table 4. Day-degrees (day×temperature) required during whole zoeal life and glaucothoe of king crab.

Author	Rearing method	Food used for zoea	Day-degrees during whole zoeal life	glaucothoe	total
Shimizu (1936)	Rearing box set in field	Natural mixed plankton	291.4	—	—
Sato & Tanaka (1949)	Off-shore water, running	Trochophores of *Polydora* sp.	336.0	178.8	514.8
〃	〃 , 〃	〃	397.8	—	—
〃	In-shore water, 〃	〃	447.2	—	—
〃	〃 , 〃	〃	388.5	—	—
Present author	1953, warm bath	Trochophores of *Chone teres*	291.0	173.6	464.6
〃	1955, warm bath	*Artemia* nauplii	267.5	179.2	446.7
〃	〃 , running	〃	319.8	171.0	490.8
〃	〃 , cold bath	〃	260.4	132.0	392.4
〃	1957, warm bath	〃	272.8	—	—
〃	〃 , cold bath	〃	302.6	164.8	467.4
Average			325.0	166.6	462.8

As to the rearing method of the present author Kurata (1959) should be referred to.

メガロパとでは物質代謝の機構に多少違いがあるのかも知れない。

摘　　要

1．タラバガニのゾエア幼生は大体2～15°Cの温度範囲で飼育出来，5～10°Cが最適である。

2．適温範囲内では幼生の発育速度は温度が高い程早く，各幼生期について，$y=\frac{a}{x^b}$，但し，yはその幼生期を経過するに要した日数，xは平均水温（°C），a，bは常数，という関係が成立する。bは温度係数で恐らく幼生期と関係なくある一定の値をもち，タラバガニでは1に近いと推定された。

3．約12g/l Cl 以下の塩分濃度はゾエアの生残りに害がある。しかし，ゾエアの発育速度は約12～22 g/l Cl の範囲内では塩分濃度と無関係である。

引　用　文　献

Bělehrádek, J. (1926): Influence of temperature on biological process. Nature, **118**, p. 117.

Broad, A. C. (1957): The relation between diet and larval development of *Palaemonetes*. Biol. Bull., **112** (2), 162-170.

Charles, C. D. (1959): Osmotic hatching in the eggs of some fresh-water copepods. Ibid, **116** (1), 15-29.

Costlow, J. D., & C. G. Bookhout (1959): The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. Ibid, **116** (3), 373-396.

Heilbrunn, L. V. (1952): An outline of general physiology. Third edition. W. B. Saunders, Philadelphia, 818p.

樺太庁水産試験場（1931）：たらば蟹抱卵飼育試験．事業報告，**7**，63-76.

梶田与之亮・中川数一（1932）：鱈場蟹調査．水産調査報告（27），1-163.

倉田　博（1956）：ハナサキガニの幼生について．本報告，（14），25-34.

（1959）：タラバガニの幼生と稚ガニに関する研究．I．幼生の人工飼育，特にゾエアの餌について．本報告，（20），76-83.

丸川久俊（1933）：たらばがに調査．水産調査報告，（4），1-152.

三原健夫（1936）：鱈場蟹卵子孵化適比重試験．北水試旬報，（334），5-6.

（1938）：国後島泊村に於ける鱈場蟹ゾエア飼育試験．同上，（385），4-6.

西村茂喜（1936）：鱈場蟹の孵化適温試験．同上，（289），6-7.

佐藤　栄（1939）：北海道近海におけるタラバガニの移動並系統について．同上，（423），5-8；（424），4-6；（425），3-6.

・田中正午（1949）：タラバガニ幼生に関する研究．第Ⅱ報，育成．北水試報告，（3），18-30.

清水二郎（1936）：鱈場蟹「ゾエア」飼育試験概要．北水試旬報，（327），4-8.

Templeman, W. (1936): The influence of temperature, salinity, light and food conditions on the survival and growth of the larvae of the lobster. Jour. Biol. Bd. Canada, **2** (5), 485-497.

千島列島周辺の海況と年変動について

茄子川　郁夫

On the Oceanographic Conditions and the Annual Fluctuation in the Sea Adjacent to the Kurile Islands

By

Ikuo NASUKAWA

Abstract: From the data of the oceanographic observations made on board the "Soyo-maru" in summers of 1935～1940 and the "Hokusei-maru" the "Tankai-maru" in the summer of 1958 in the sea adjacent to the Kurile Is., the present author made sure of the next the phenomena:

1) The oyashio Current along the Kurile Is. takes a meandering course, and there exist some eddies along both sides of the current. This phenomenon can be considered an essentially identical condition with it which is found in other oceanic currents.

2) The up-welling area in the sea south off Etorohu and Urrupu Islands is the most remarkable among these eddies.

3) The course and current strength of the Oyashio Current has annual fluctuation connected with the scale and possition of these eddies which fluctuated from one year to another.

4) The main water mass composing the Oyashio Current in summer was the water mass of the Okhotsk Sea.

1. まえがき

北洋サケ・マス漁業が再開されてから，ベーリング海，アリューシャン列島周辺の調査が毎年組織的に実施されてきて，海況についての資料も蓄積され，その知識も相当得られるようになった。然しオホーツク海および千島列島周辺の海況については，資料も報文も僅かで，その知識も極めて貧弱な状態である。

これまで行なわれてきた調査の主なものは，1933～1941年の駒橋，厳島，蒼鷹丸，1958年夏季の北星丸，探海丸によるものなどがある。

千島列島周辺の海域は，カムチャッカ東方海域から北千島の水道を経てオホーツク海に入り，列島沿いに南西に流れて太平洋に出る流れと，宗谷暖流および黒潮続流とが干渉し合っているので非常に複雑な海洋構造をなしている。千島列島沿いに南西に流れて本道南海域に達する一部の流れは親潮と呼ばれており，また本道東方海域から東に転流している他方は Subarctic Current となって黒潮続流との間に Subarctic Convergence Region を形成している。

ここでは上記の資料の中，蒼鷹丸，北星丸，探海丸の観測資料によって海況の解析を試みたのであるが，資料の不足もあって局地的な解析に止まってしまった状態である。

なお本文に入るに先立ち，助言をいただいた北水研飯塚技官，取まとめについて援助して下さった同藤井技官，北水試土門和子氏に御礼申上げる。

2. 水温と塩分

ここで使用した資料の観測点を Fig. 1～3 に示した。

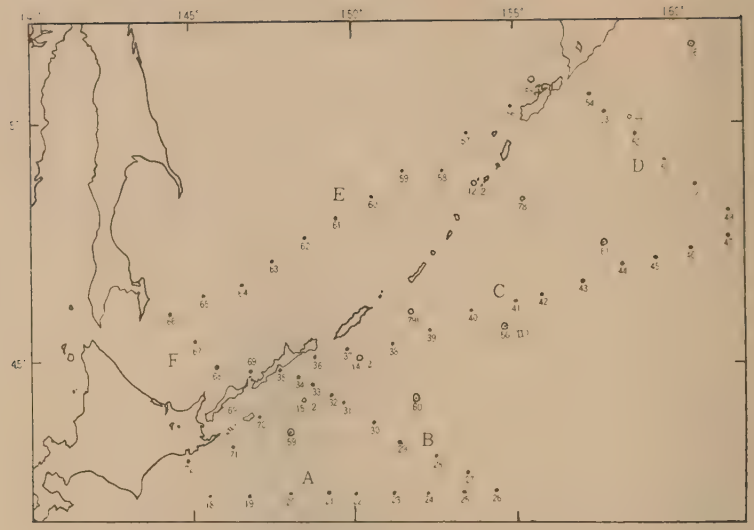


Fig. 1. Oceanographic stations made on board the "Soyo-maru,, in summer of 1935~1937.

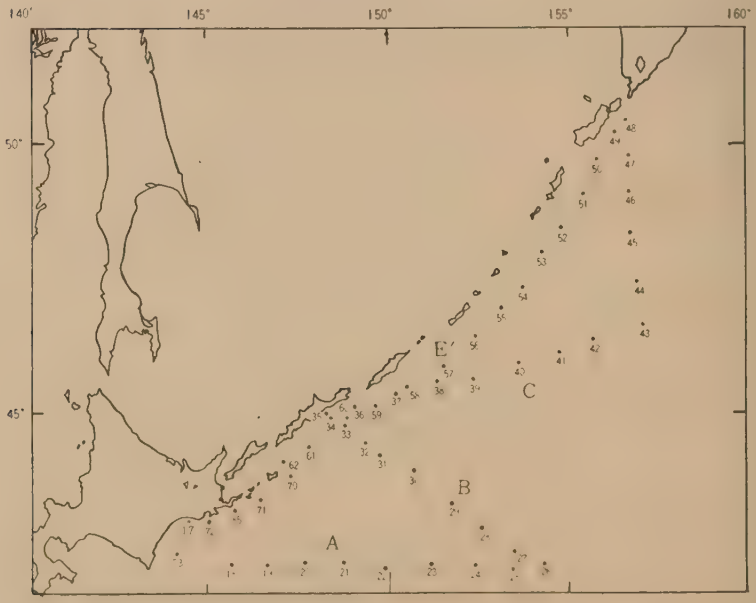


Fig. 2. Oceanograhpic stations made on board the "Soyo-maru,, in summer of 1938~1940.

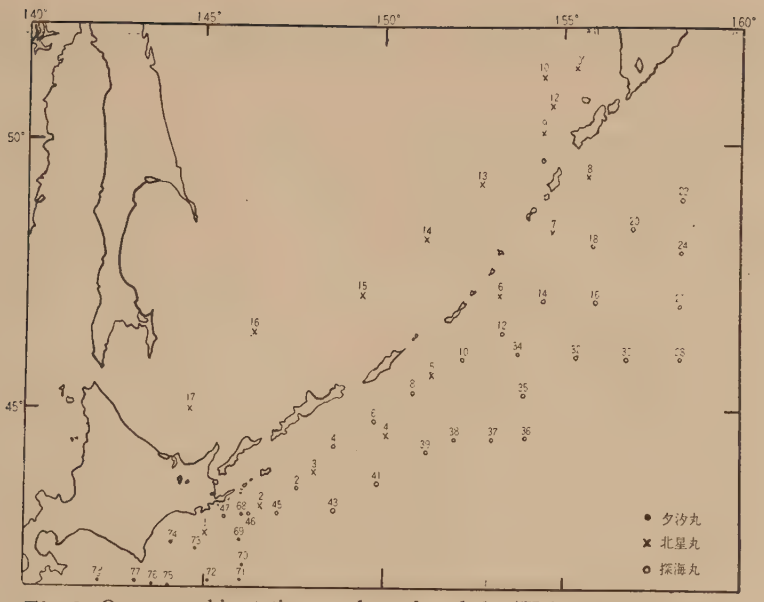


Fig. 3. Oceanographic stations mede on board the "Hokusei-maru,, and the "Tankai-maru,, in summer of 1958.

1) 10 m 層

a, A 観測線 (Fig. 4)

この海域は親潮と黒潮続流が錯相しており，水温，塩分の分布が複雑で，然も変動の大きいところであるがその分布傾向に三つの型が認められる。即ち

i) St. 23から本道寄りの海域が低温，若しくは高温で低塩分の親潮系水で占められ，St. 23以東が高温・高塩分の黒潮続流系水で占められている場合…例 1935, '38, '40年

ii) St. 18～20の本道寄りとSt. 23以東に黒潮続流系水があり，その間に親潮が挟まれている場合……例 1937年

iii) 本道側から親潮，黒潮続流，親潮，そしてSt.23 以東の黒潮続流域と配置されている場合……例 1936,'39年

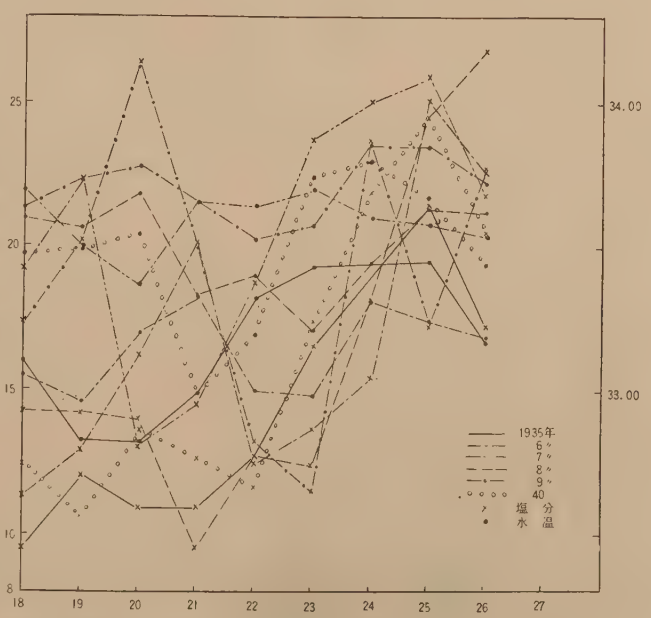


Fig. 4. Temperature and salinity distribution at 10m layer of the A line.

St. 23以東の海域には例年暖流系水が認められるが，以西の海域では寒流の南下経路や暖流の北上経路が年と共に異っている。1937, '39年の場合25m以浅における暖流系水は，その純度が60～90%と報告されているが[1)]，このような変動が直接親潮や黒潮の局地的な消長，即ち道南沖の両水系の配置にどのような変化を与

えるのか興味ある事柄である。

b, B 観 測 線（Fig. 5）

St. 26，27の高温・高塩分の海水は，a のSt.23以東の暖水系と同じものであり，それ以北の海域と顕著な潮境を形成している。暖流域の St. 27における水温，塩分は 17.4~21.7°C，33.5~34.3‰ と大巾の変動が見られ，St. 28 以北の寒流域においては水温，塩分が逆相関を呈し渦動群の存在が考えられる。特にSt. 32 以北のエトロフ島南海域では，低温で比較的高塩分を示している湧昇域が認められるが，1935年のようにSt. 30辺りにまで達しているものもあり，位置，規模などは極めて不規則で，年変動が大きい様子である。

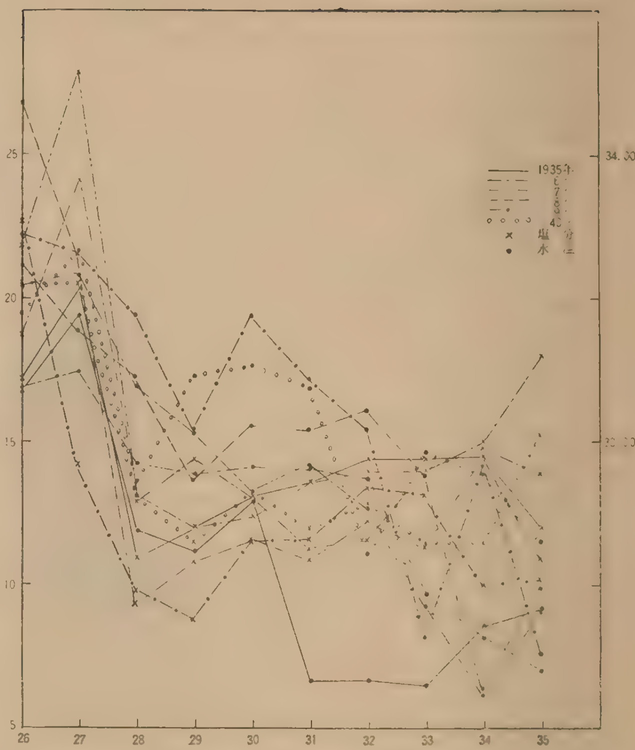


Fig. 5. Temperature and salinity distribution at 10m layer of the B line.

c, C 観 測 線（Fig. 6 a）

St. 40 以西のウルップ島東海域の低温，比較的高塩分の海域は，エトロフ島南海域と連なって中部千島南海域に低温水帯を形成している。然し，水温，塩分の分布から考えて，位置や規模などについては変動が大きいと思われる。これは寒流の流勢の消長と流系の変動を示すものであって，その原因については[2] 親潮が[illegible]の[illegible]という[illegible]での現象であるのか，親潮自体の現象なのか，今後の調査に俟たねばならない。

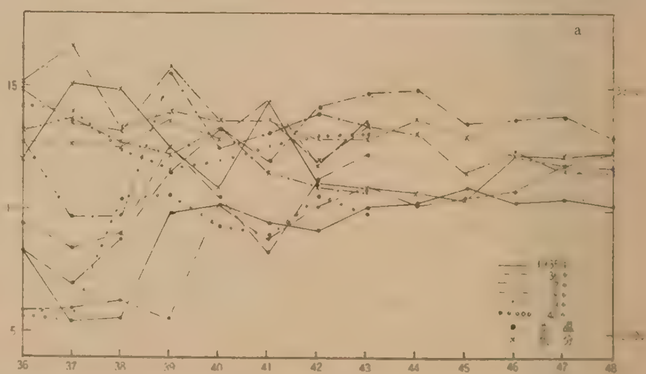


Fig. 6a. Temperature and salinity distribution at [illegible]m layer of the C line.

St. 40 以北の[illegible]においては，[illegible]のように[illegible]は大きくないが，分[illegible]が[illegible]て，[illegible]と塩分の[illegible]には[illegible]な分布[illegible]があり，[illegible]の巾も 4~5 C，0.2~0.3‰ [illegible] Subarctic Current の[illegible]を物語っている。

d, D 観 測 線（Fig. 6 b）

St. 52以北のカムチヤッカ半島南部を除いて，10～14°C，32.6～.7‰で，水平傾度が小さく塩分の年変動が小さい。然しSt. 52以北では，変動の巾も水温6～7°C，塩分では1936年のように31.27‰と低塩分を示すこともあって非常に大きく，水平傾度も大きくなっている。1936年の低塩分の海水は更に南沖St. 51まで広がっているが，これはカムチヤッカ半島の沿岸水系であり，このことは沿岸部から沖合に向う流れが1936年のように非常に発達することもあることを示している。

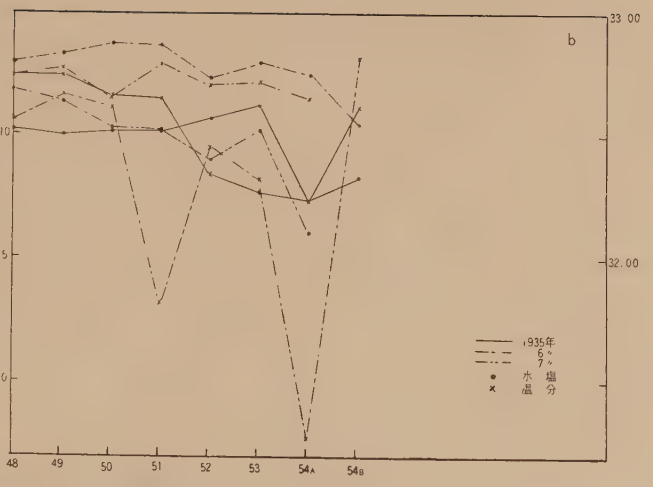


Fig.6 b. Temperature and salinity distribution at 10m layer of the D line.

e, E観測線 (Fig. 7)

北千島北側からサハリンに向って直線的でないが水温は上昇し，塩分は減少するような分布傾向をもっている。サハリン側の8°C以上，32.5‰以下の低塩分は融氷水の夏季昇温したものの影響によるものであり，その厚さは50m以下で沖合への広がりは年によって異なる。1936年の場合16～17°C，32.8‰前後の比較的高温，高塩分の海水があらわれているが，これは宗谷暖流の影響によることが明らかである。北千島北側の低温やや高塩分は，北千島の水道を経て行なわれる太平洋とオホーツク海の海水の交換によっておこる鉛直混合のためであろう。

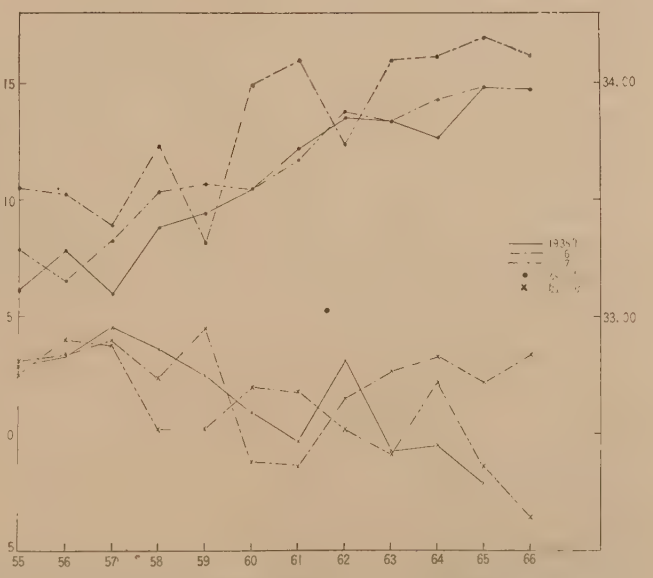


Fig. 7. Temperature and salinity distribution at 10m layer of the E line.

f, E′観測線 (Fig. 8)

St. 61以東の水温と塩分は逆相関の関係で，高低を繰返す分布をしているが，その傾向は random である。この現象は列島沿いに南西に流れる親潮には蛇行現象があり，その流路は年変動のあることを示している。

St. 61以西の南千島および本道東側では，13～18°C，33.3～33.8‰と比較的高温，高塩分の海水が沿岸部に存在している。これはオホーツク海から太平洋に流出した宗谷暖流であるが，エトロフ島南側のSt. 61以西にのみ認められるところから，主流部の流出する経路はエトロフ島以西の水道と思われる。

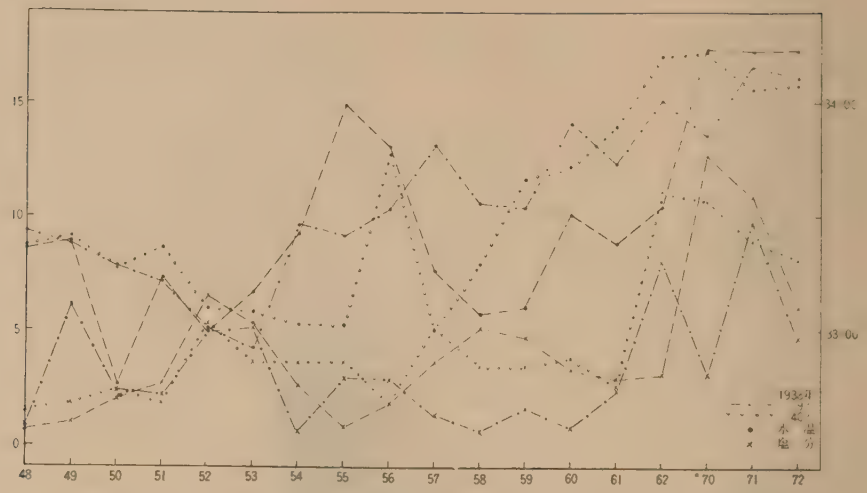


Fig. 8. Temperature and salinity distribution at 10m layer of the E′ line.

g, F観測線 (Fig. 9)

St. 66～68の本道北東沖合海域は，1935，'39年の場合サハリン東沿岸を南下する陸水や昇温した融氷水の影響で，15°C 前後，32.5‰以下の高温，低塩分を示しているが1936年の場合，サハリン寄りに15～16°C，32.7～32.8‰の高温やや高塩分の宗谷暖流が接岸している。このように宗谷暖流の北上流路の変動，東樺太海流の消長が見られる。

宗谷暖流の主流部はSt. 69～69′にあって，17～18°C，33.5～33.7‰を示し，クナシリ水道を経て太平洋に流出していることがSt. 70の水温，塩分によって知られる。宗谷暖流が太平洋に流出する経路はbの現象と併せて，これらの年については年々安定していると考えられる。

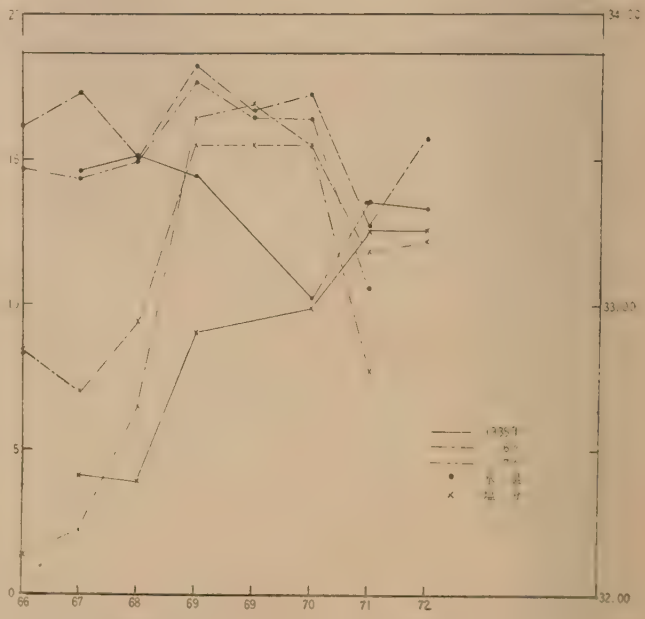


Fig. 9. Temperature and salinity distribution at 10m layer of the F line.

h, 1958年 (Fig. 10～12)

これまで各観測線の水温，塩分の分布と年変動について略述を進めてきたが，前述のような分布の各観測線間のつながりと分布の機構について，1958年の資料に基ずいて考察する。

カムチャッカ半島東岸から千島列島に沿って，水温10 C 以下，塩分32.8‰以上の低温，高塩分の水域がある。その中にシャシュクタン堆とウルップ島の東水域に水温6 C 以下の[illegible]が認められる。このような現象は例年認められるらしいことは前述の通りである。

この低温，高塩分水域の間を縫うように松輪島・ウルップ島のまわりの水道から水温10°C以上，塩分32.8‰以下の高温，低塩分水域が太平洋側に広がっている。

本道南海域に水温14°C以上，塩分33.0‰以上の高温，高塩分水域があるが，その東海域については不明である。力学高低図（Fig. 12）は400m層を基準として計算したが，これは出来るだけ広い海域について流れの状態を知ろうとするためである。

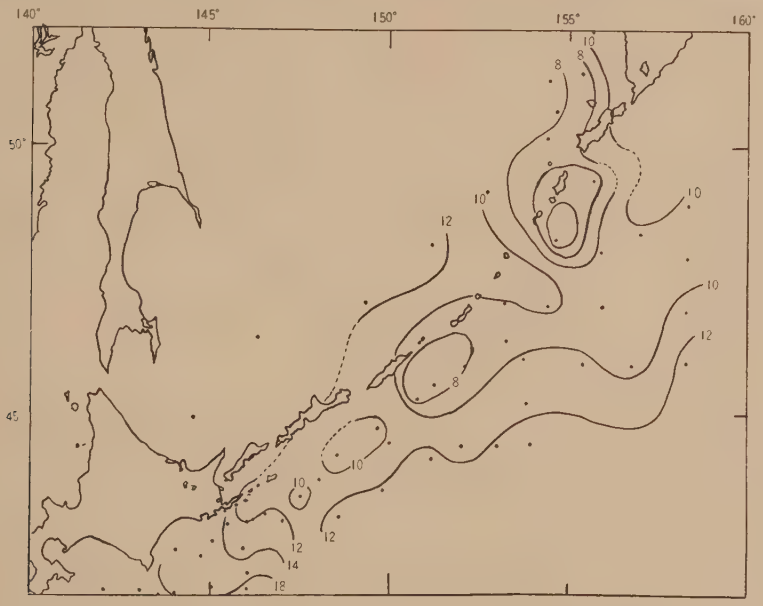


Fig.10. Temperature distribution at 10m layer of 1958.

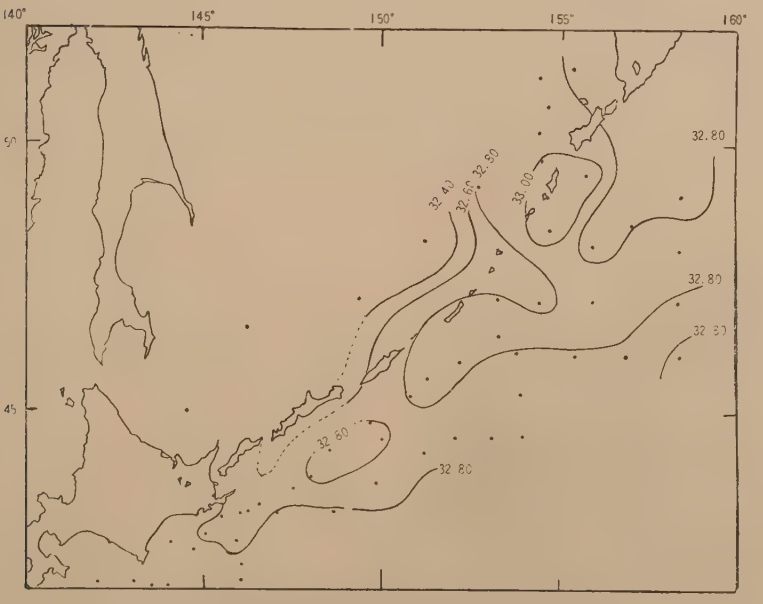


Fig. 11. Salinlty distribution at 10m layer of 1958.

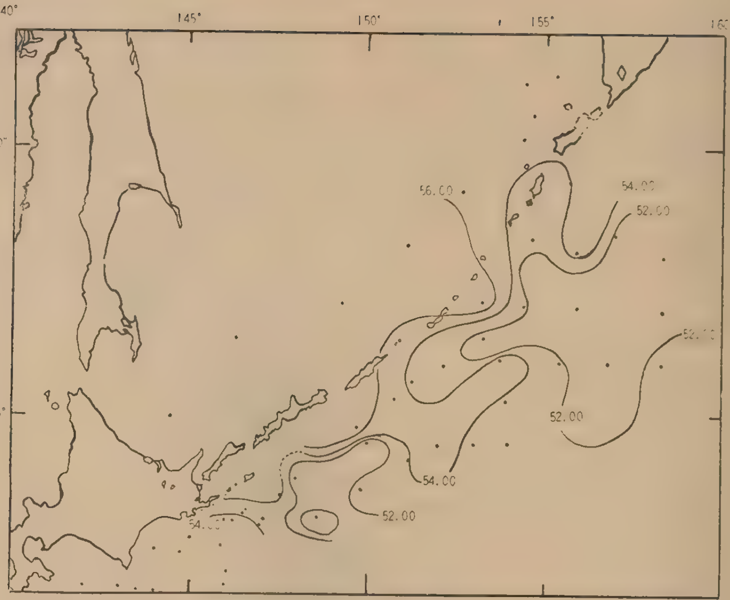


Fig.12 Dynamic topography of 10m layer referred to 400m layer of 1958.

ΔD＝54.00の線が10°C以下の低温水域の略々外縁部に相当しているが，この海水はカムチヤッカ半島東側から来流したものであることがわかる。この流れの一部はオンネコタン水道からオホーツク海に入り，他は千島列島に沿って顕著な蛇行現象を示しつつ南西に流れており，その流路に沿って渦流が見られる。その顕著なものがシヤシコタン島およびウルップ島南水域の渦流である。

ΔD＝52.00の線は，ΔD＝54.00の線に沿ってシンシル島南側まで達し，反転して元の方向に戻っており，もう一つはエトロフ島南側に認められるが，両者がもっと南で連絡しているものか，どうかは不明である。然し1934～'36年の場合で報告[3]されているように，前者がカムチヤッカ半島南東沖の左旋環流に，また後者が千島東方沖の左旋環流に夫々相当するとすれば，1958年の前者の環流が1934～'36年に比較して，相当千島列島側に偏よっているか，若しくは広がっていたと考えられる。

本道南東沖の高温，高塩分は黒潮続流であるが，この年の観測点が陸に寄っているため，他の年との比較は出来なかった。aで述べた黒潮続流と親潮の配置はiiの型であり，これに関連して当時の千島列島に沿う親潮は弱勢であったことは道南沖の観測結果[4]によっても推知出来る。

2） 100 m 層

a，A 観 測 線（Fig.13 a）

10m層の分布の特徴が引続き認められる。本道寄りの暖流域では，水温6.8～10.9°C，塩分33.9～34.4‰，St. 23以東において水温8.0～10.5°C，塩分33.9～34.4‰と共に年変動が大きい。寒流域においては水温1.2～2.5°C，塩分33.0～33.4‰で

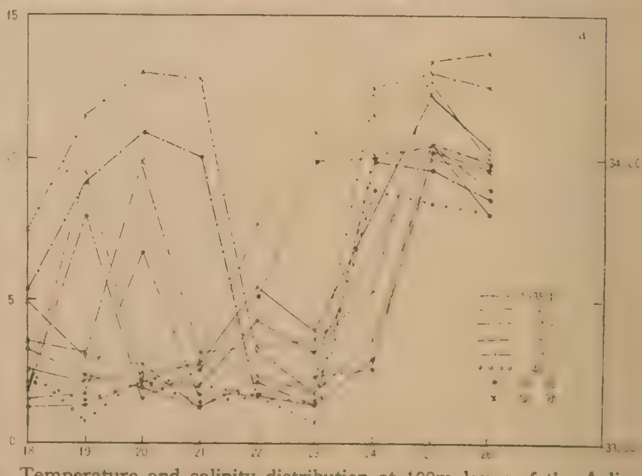


Fig.13a. Temperature and salinity distribution at 100m layer of the A line.

塩分の年変動が大きいようである。また両流域の間の水平傾度が大きく，顕著な流れのあることが考えられる。

St. 34において，1939年の場合，水温3°C，塩分33.2‰（50m層で6.5°C，32.86‰を示している）を示す水域があるが，沈降流によるためと思われる。

b, B 観 測 線 (Fig. 13 b)

St. 28以北の寒流域では水温0.8～2.5°C，塩分 33.1～33.3‰の中冷水によって占められ，水平傾度が小さくなっている。10m層で認められたエトロフ島南側の湧昇域など渦動の存在は塩分の分布にその痕跡を止めているに過ぎない。

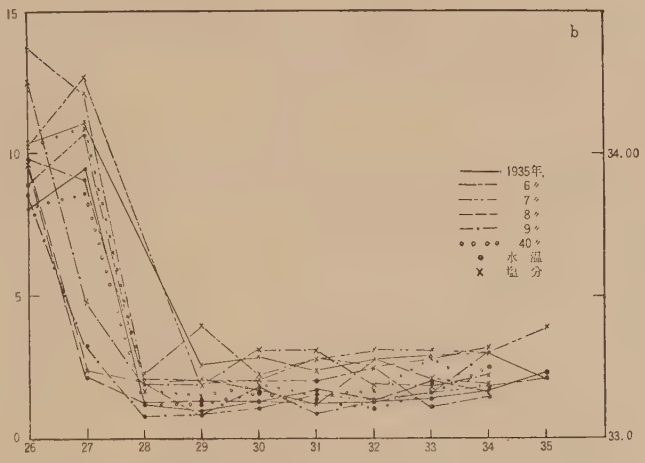


Fig. 13b. Temperature and salinity distsibution at 100m layer of the B line.

c, C 観 測 線 (Fig. 14)

水温は0.7～2.1°C で，水平傾度が全般的に小さく平坦な分布をしているが，塩分は水平傾度が比較的大きく，また分布傾向も一様でない。その年変動はSt. 38～40で最も大きく，その巾は約0.4‰に達する。これらの変動は中冷水の生成時の条件の変化ということは勿論であるが，分布の傾向から考えて流系の変動と，1937年のSt. 39に見られるような渦動の強弱が原因となっているものと考えられる。

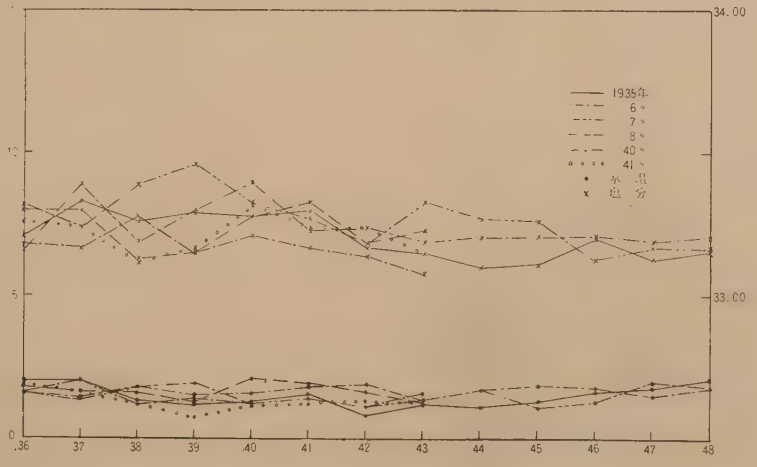


Fig. 14. Temperature and salinity distribution at 100m layer of the C line.

d, D観測線 (Fig. 15 a)

水温は0.2～2.1°C，塩分は33.1～33.3‰を示し，その分布傾向はSt. 51～53の間で極小値を示すようである。これは低温低塩分の沿岸部の水が，10m層と同じ流れによって運ばれたものであり，優勢な右旋渦動の存在することが知られる。

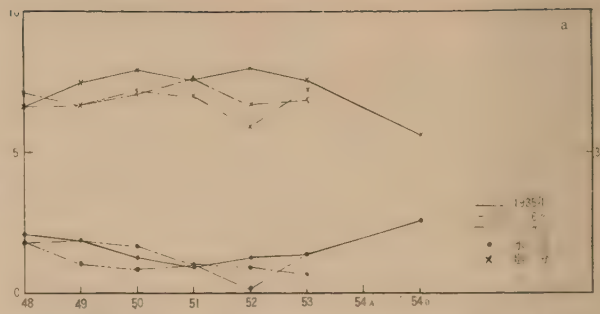


Fig.15a. Temperature and salinity distribution at 100m layer of the D line.

e, E観測線 (Fig. 15 b)

10m層に見られたような東西にわたる水温，塩分差がなくなっているが，水温 −1.1～2.4 °C，塩分33.1～33.5‰と局地的に高低があって流れの複雑さを示している。

変動の大きい水域は松輪島北側St. 58～60と中知床半島東沖St.65附近にみられる。前者は太平洋からオホーツク海に入る流れの流路に当るため，その変動の反映を示すものであり，後者は宗谷暖流の変動の影響を反映しているものである。

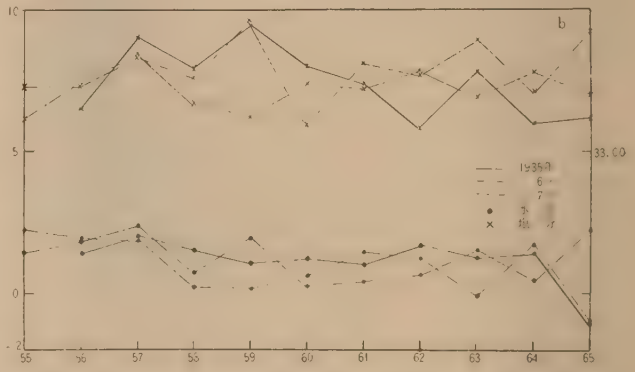


Fig.15b. Temperature and salinity distribution at 100m layer of the E line.

f, E′観測線 (Fig. 16)

E観測線と同様，東西にわたる水温，塩分の差がなくなっているが，水温0.5～4.3 C，塩分33.1～33.5‰で，エトロフ島の南側から本道寄りに高温，高塩分を呈しているが，これは宗谷暖流系水である。

また分布は北千島南側およびエトロフ島南東部において年変動が，水温1°C以下，塩分0.1‰以下で割合安定している

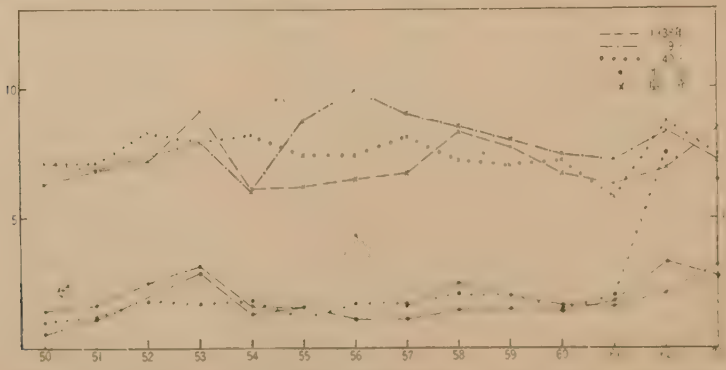


Fig.16. Temperature and salinity distribution at 100m layer of the E′ line.

g, F 観測線 (Fig. 17)

中知床半島からクナシリ島北側にかけての水域は，水温が50mあたりから急降して−1.3〜1.2°C の低温を示し，塩分は逆に急増して33.1〜33.3‰を示している。宗谷暖流の水温は10m層に比し約5°C前後降温しているが，塩分は余り変化がなく，クナシリ水道を経て沿岸沿いに南西に流れている。

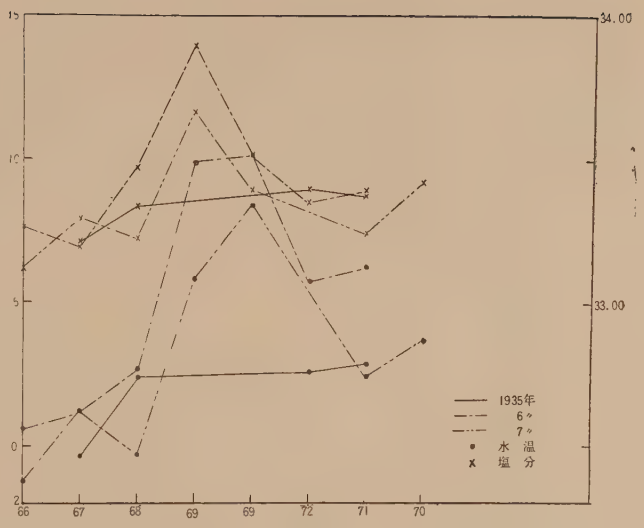


Fig.17. Temperature and salinity distribution at 100m layer of the F line.

h, 1958年 (Fig. 18〜20)

カムチヤッカ半島西および南海域は水温0°C台，塩分33.1‰以下の低温，低塩分を示し，また46°N，158°E附近に33.1‰以下の低塩分がみられる。この西側に水温1°C台，塩分33.1〜33.3‰の水帯があり，オンネコタン島附近から一部はオホーツク海に伸び，一部は列島沿いにエトロフ島に達している。更にまた中部千島の南44〜45°N附近に東西にわたっているのがみられる。この水帯の間を0°C台，33.1‰台の水帯がオホーツク海から太平洋にかけて広がっている。本道南および東海域は6°C以上33.8‰以上の高温，高塩分を示す暖流域になっている。

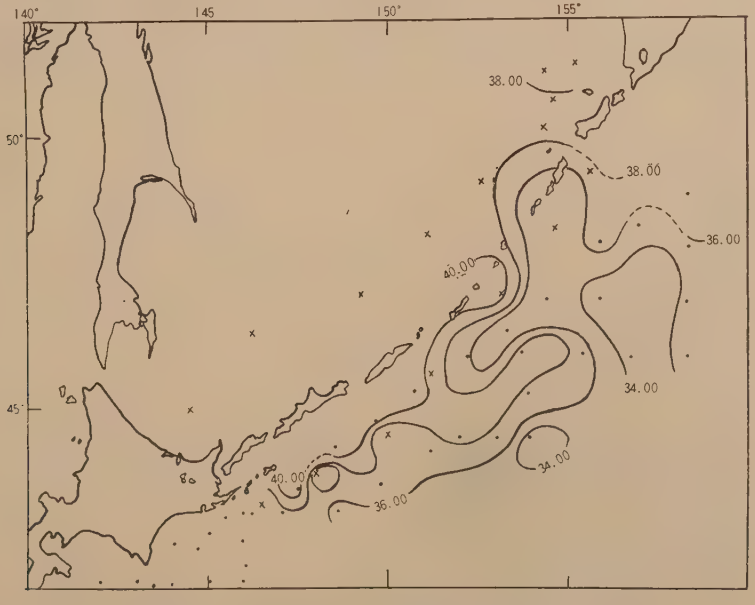


Fig.18. Temperature distribution at 100m layer of 1958.

このような分布を力学高低図と比較して見ると $\Delta D = 38.00$ の線が1°C台のやや高塩分の水塊の外縁部に相当しており，これに沿った流れには10m層と同じく蛇行現象が見られる．この流れはカムチャッカ半島東方海域からくるもので，先端はシコタン島附近まで達している．オホーツク海から太平洋に広がる低温水塊は，$\Delta D > 38.00$ のところに相当し，前記の流れに沿って流出したオホーツク海の水塊である。その大部分は中部千島以南から流出するようである。

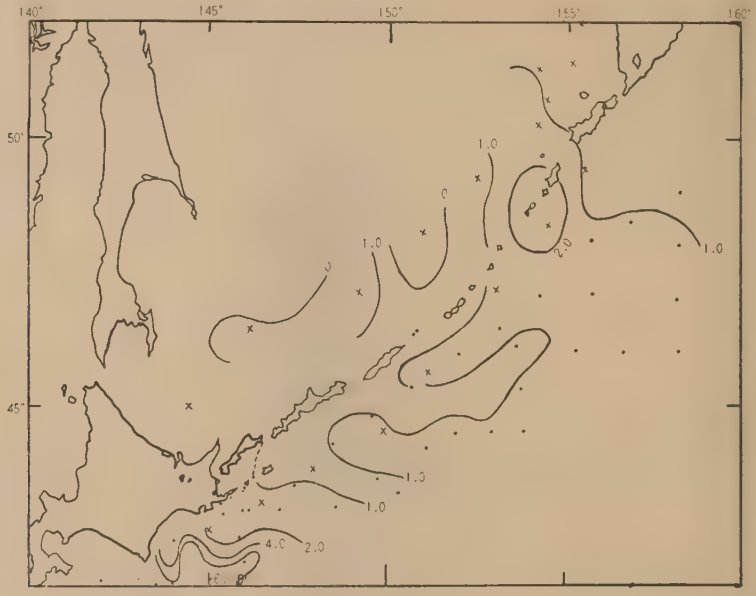


Fig.19. Salinity distribution at 100m layer of 1958.

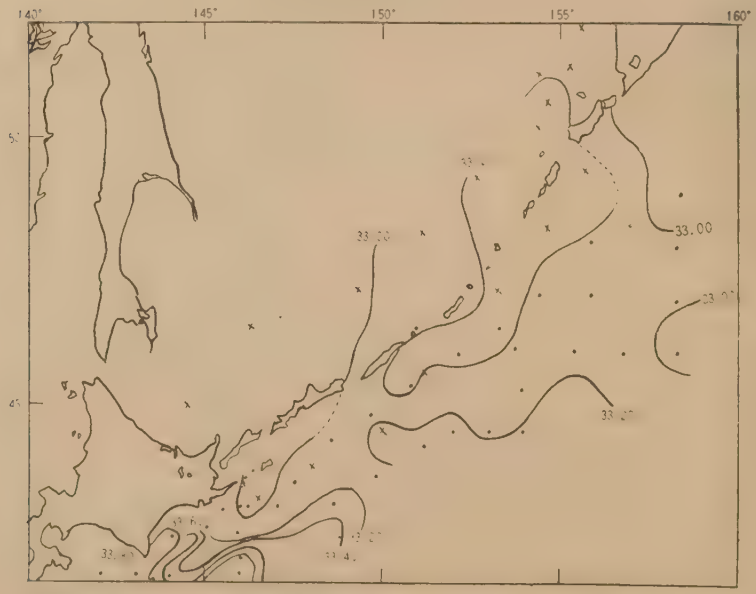


Fig.20. Dynamic topography of 100m layer referred to 400m layer of 1958.

3) 400 m 層

a, A観測線 (Fig. 21 a)

水温は本道寄りにおいて上層のような特徴がなくなり，3°C前後を示しており，St. 23以東の暖流域では4～5°Cと以西流域より1～2°C 程高目を示している。塩分は上層の分布と逆の特徴がみられ，暖流域であったところが低く，寒流域であったところが高くなっている。これは暖流系水下に潜入する所謂，親潮潜流[6]の存在を示し，また寒流域に湧昇流があることを示している。

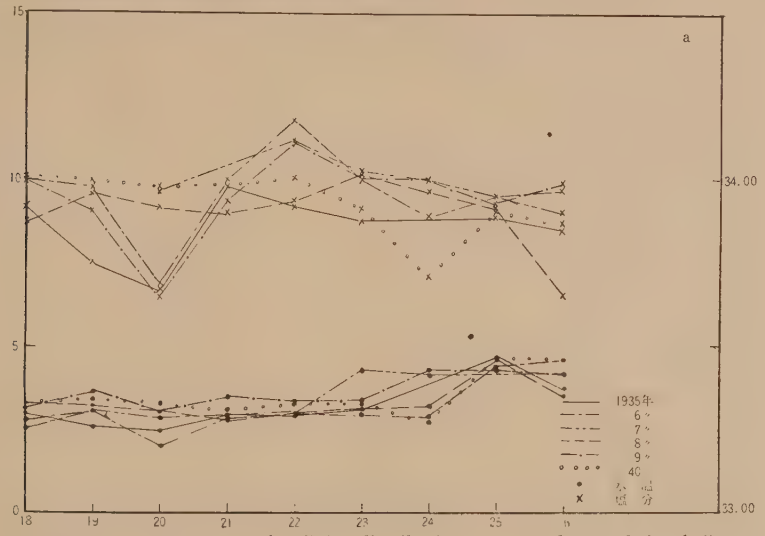


Fig.21a. Temperature and salinity distribution at 400m layer of the A line.

b, B観測線 (Fig. 21 b)

水温はSt. 27以南の暖流域を除いて3°C前後，エトロフ島の南側は2.5～3.0°Cを示し，その年変動の巾は0.3～0.7°C 位である。塩分は暖流域およびエトロフ島南側が低く 34.0‰ 以下であるが，寒流域では大体34.0‰以上と高くなっている。その年変動の巾は0.2～0.4‰に達している。

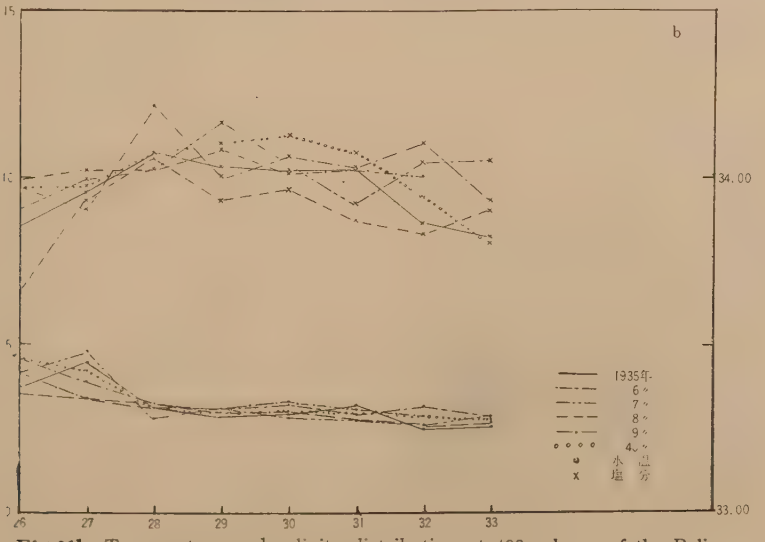


Fig.21b. Temperature and salinity distribution at 400m layer of the B line.

c, C観測線 (Fig. 22 a)

St. 42以東は水温3.1～3.4 C，塩分33.9～34.3‰で全般に高温，高塩分を呈しているが，St. 42以西においては変動が大きい St. 39で水温3 C前後，塩分も34.0‰前後の高温，高塩分がみられるが，それ以外は水温1.5～3.3°C，塩分33.4～34.1‰と大巾に変動し，またこの水域も移動がみられる 3°C台，34.0‰以上の水は太平洋の深層水が浮上してきたものであり，またSt. 41にみられる低温，低塩分水はオホーツク海の水塊である。この層において塩分の水平傾度が100m層に比し相当大きくなっていることが注目される。

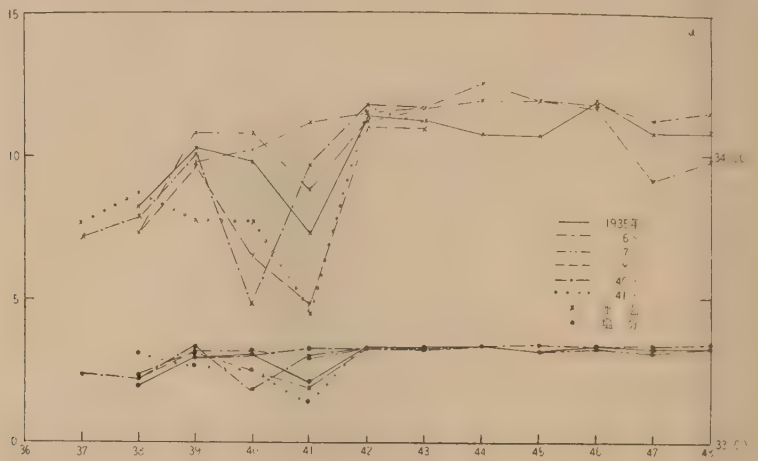


Fig.22a. Temperature and salinity distribution at 400m layer of the C line.

d, D観測線 (Fig. 22 b)

St. 52を除いて水温3.2～3.5°C，塩分34.1‰前後で，Cにおける St. 42以東の水塊と同じものである。St. 52においては水温，塩分共，年変動が大きく，水温1.6～3.4°C，塩分33.4～34.1‰台と年によって極端な違いが見られる。これは右旋渦動が非常に強勢であることを示すものである。

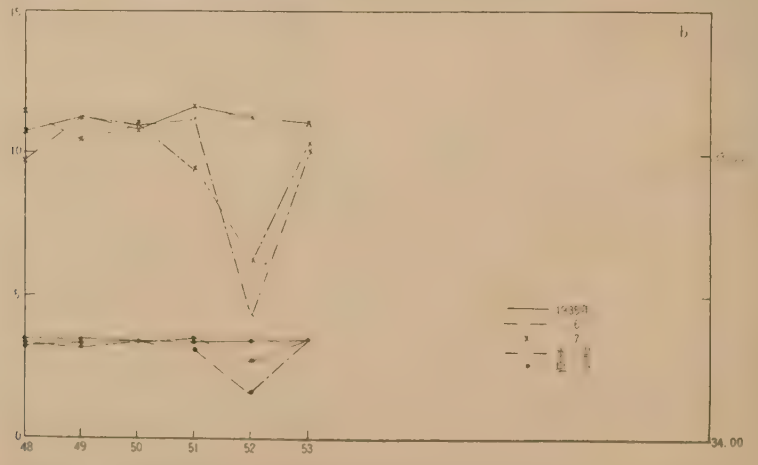


Fig.22b. Temperatnre and salinity distribution at 400m layer of the D line.

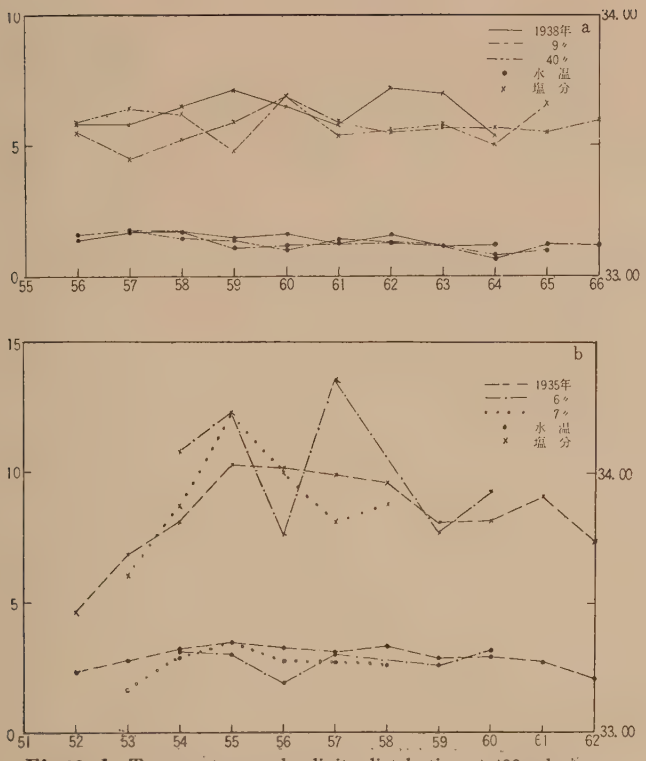


Fig.23a,b. Temperature and salinity distrbution at 400m layer of th E and E′ line.

e, E観測線 (Fig. 23 a) E′観測線 (Fig. 23 b)

オホーツク海の水温，塩分は−1.0～2.5°C，33.1～33.5‰，太平洋側の水温，塩分は2.5～3.5°C，33.4～34.3‰を夫々示しており，オホーツク海は太平洋測に比較して相当低温，低塩分である。これらの分布から知られることは，この層に於いて太平洋側の海水が殆ど流入せずオホーツク海の海水のみが上層で太平洋の海水が流入しているオンネコタン島附近から，および南千島の水道から流失しているだけである。またオホーツク海内の分布傾向は random であり，流系の年変動が目立っている。

f, 1958年 (Fig. 24, '25)

水温3°C台，塩分34.0‰以上の海水がカムチャッカ半島南沖48° N 附近から西へ，中部千島まで伸び，また他方はその沖合を南西に伸びてノシャップ岬南まで達している。オホーツク海は水温1°C前後，塩分33.5台‰で，太平洋側より1～2°C，0.3～0.5‰位低温，低塩分を呈し，この海水がボーソリ海峡およびそれ以南の水道から前記高塩分水の間に広がっている。

親潮の Origin については，いくつかの報告がなされている[7 8 9]。これまで考察したように夏季親潮の主体となる水系は親

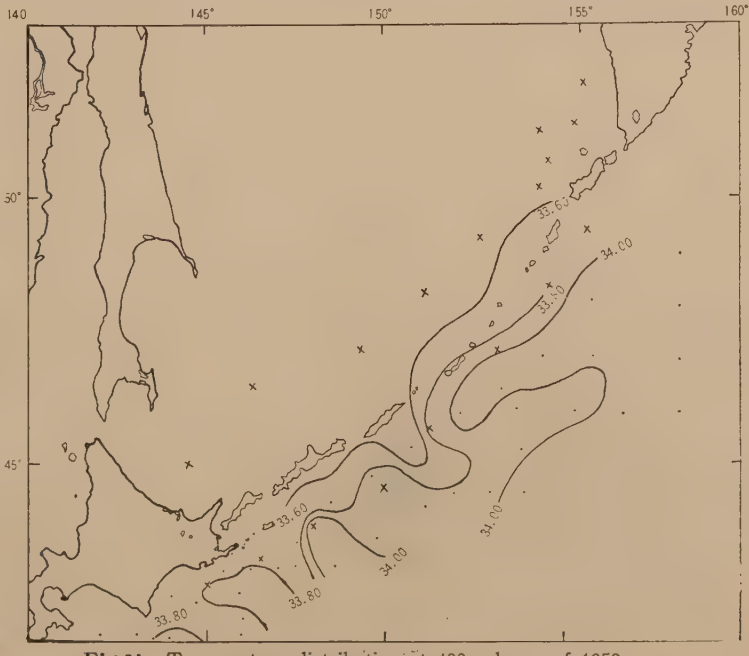


Fig.24. Temperature distribution at 400m layer of 1958.

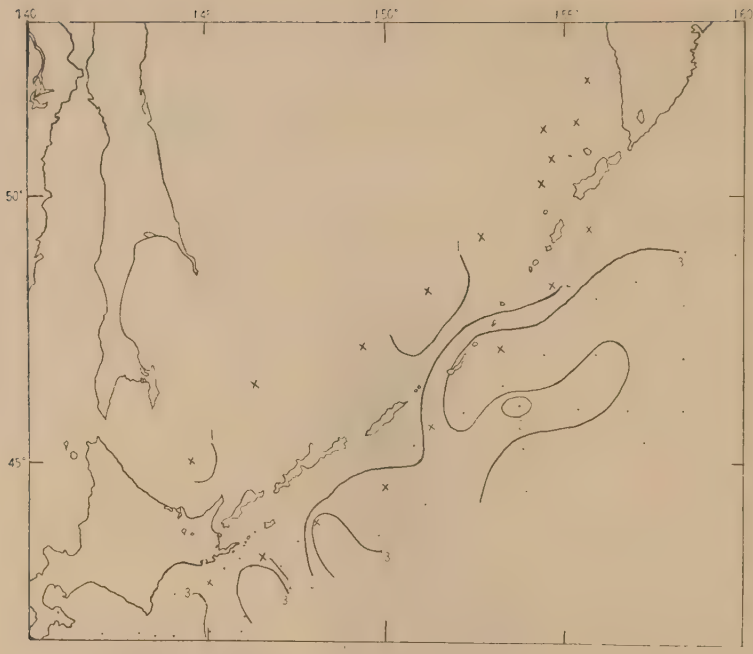


Fig.25. Stlinity distributione at 400m layer of 1958.

潮の領域を表面から100m内外[10]とすると，中部千島以南から流出するオホーツク海の水塊であり，カムチャッカ半島東方海域からの水塊は，列島の太平洋側にオホーツク海の水塊に囲まれているような左旋環流をなして再び元の方向に帰っていると思われる。

3. 要　　約

水産試験場による北太平洋一斉観測の中，1935～'40年，'58年の北大および北水研によって実施された千島列島周辺の夏季の観測資料を用いて，同海域の海況とその年変動について考察した。

1) 千島列島沿いに流れる親潮には他の海流と同じく蛇行現象が認められ，その流路に沿って渦動が発生する。

2) これらの渦動の中，北千島周辺エトロフ島からウルップ島南側にみとめられる湧昇域が特に顕著である。

3 これらの渦動の大きさ，位置は年によって異なることと関連して，親潮の流路および[illegible]には年による[illegible]のあることが考えられる。

4) 夏季の親潮の主体となる水塊はオホーツク海の水塊と考えられる。

参　考　文　献

1) 福岡二郎（1952）：北海道襟裳岬東沖の海況に就いて，中央気象台報告 **2**（1）.

2) Hidaka. K（1927. 1928）：Experimental Studies on the North pacific Ocean Currents near Japan I, II. Geophisical Mag. **1**（3, 4）.

3) 杉浦次郎（1958）：駒橋の観測による1934～1936年の北洋の海況，海洋学会誌 **14**（3）.

4) 函館海洋旬報（1958）：158，159，函館海洋気象台.

5) 宇田道隆（1934）：東北海区における中冷水の分布，成因，運動に就いて，海と空 **15**（12）.

6 Uda. M（1937）：Researches on "Shiome" or Current Rip in the sea and ocean. Geophisical Mag. **11**.

7) Uda. M.（1955）：Researches on the fluctuation of the North pacific Circulation. Rec. Oceanogrphic works in Japan **2**（2）.

8) Sverdrup H. U.（1942）：The Ocean, New yowk.

9) 倉品昭二（1954）：オホーツク海の海氷，水路要報 40.

フイッシユミールの滅菌および品質改良法について

大島　浩・笹島正秋・神崎知子

Studies on the Sterilization of Fishmeal and the Improvement of its Quality

By

Hiroshi OSHIMA, Masatoki SASAJIMA
and Tomoko KANZAKI

The writers reported previously on an investigation of Salmonella species in fishmeal products provided in Hokkaido, and on the bacteria involved in the process of fishmeal. According to those results, fishmeals were contaminated remarkably by enteric as well as general bacteria, but in those investigations Salmonella could not be detected.

Later, the writers did often find a certain Salmnoella species from fishmeals exported from Hokkaido to West Germany (Table 2).

Thereupon, 49 fishmeals were again studied for enteric and general bacterial counts. In addition to that, tests were also made on ammonia content (Table 3). As a results, it has been recognized that fishmeals were fairly infected by bacteria as previously mentioned, and hold a high degree of ammonia.

Next, studies were undertaken on possible sterilization methods of infected fishmeals by a system of heat treatments using dry heat (70-105°C), moist heat (100°C) and superheated steam (110-140 °C). In these treatments, enteric bacteria in fishmeal products (moisture content less than 12 percent) were easily sterilized out. Moist heat and superheated steam were effective also for general bacteria including thermophiles. The effectiveness of dry heat treatment was improved to some extent (Table 4, Figs. 4, 5 and 7), when water was added at the rate of 10 percent or more to fishmeal products before treatment.

As the results of heat treatment for fiishmeal, besides destructive of bacteria, little secondary reaction (browning, increase and decrease of moisture content, decrease of digestibility and biological value), and low cost are required. It seems to be the most recommendable way to apply the superheated steam treatment for infected fishmeal in view of the conditions enumerated above.

Furthermore, there is in trouble not only with bacteria, but with the content of products resultant from the decomposition of proteins, e. g., ammonia, amines and volatile organic acids etc. Superheated steam process is also a suitable one for elimination of those destructive compounds. Experiments were performed on ammonia obtaining satisfactory results (Fig. 9).

In conclusion, for the sterilization of fishmeal and its quality improvement, superheated steam treatment is one of the most valuable ways, that is 110°C for 10 min., 120°C for 5 min., or 140°C for 2-3 min.

I 緒　　　言

魚粉，魚粕類の生産は戦前に比べて減少したとはいっても，未だ年産10数万トンに達して居り，水産加工品の上位にある。特に加工処理が高度化されるにつれ，その廃棄物利用の魚粉，魚粕の生産高は年々増加の傾向にある。

一方，戦前のイワシ，ニシン等魚粕の大部分を占めた資源が涸渇した今日はサンマに頼って居り，その他，漁獲量の少い魚類によって居る。このため，製造は小規模企業によって行われ，従って品質は不定，あるいは粗悪となる事は免れ得ない有様である。魚粉は戦前から JAPANESE FISH MEAL として海外輸出の市場を有して居たもので，この場合は特にその品質の改良向上は重要な課題となって居る。

これらの魚粉，魚粕の用途は大部分飼料向けであり，戦前のような肥料向けは殆どなくなって来て居る。近年，家畜・家禽の飼育に際して，高度の管理が取られて来ており，飼料としても品質については十分な吟味が要求されている。

以上のように輸出向け魚粉の品質改良の必要性は我が国の現在製造様式では避け得られないものであるが，ここ2，3年来，業界およびその監督官庁からの要望もあり，魚粉の滅菌方式および品質改良法について基礎的な検討を加え，若干の知見を得たので報告する。

なお，研究実施に当り，多大の御援助，御協力を戴いた日本フイッシュミール協会の各位に対し謝意を表する。

II 輸出向けフイッシュミールの現況

1. フイッシュミールの輸出高

輸出先は主として西ドイツであるが，その他東南アジアにも若干輸出されている。西独の需要量は年間10万トン以上であるが，1953～1958年における我が国の輸出高は**第1表**に示した通りである。

Table 1. Export turnover of fishmeal.

Years	Whole counrty		Hokkaido		For West Germany	
	t	yen	t	%	t	%
1953	3,683	160,261,000	3,039	82.5	—	—
1954	883	43,037,000	655	74.0	—	—
1955	3,443	158,531,000	3,284	95.5	—	—
1956	15,787	673,616,000	12,625	80.5	14,032	89.9
1957	2,438	106,796,000	1,665	68.5	637	26.1
1958	23,722	1,081,780,000	18,418	77.5	18,993	80.0

From export clearance statistc.

第1表によると，輸出高には著しい波があり順調な延びは認められない。これはミール価格の内外における不均衡，またこれに見合う原料魚価の不定性に伴うミール生産量の変動，貯蔵費，保管等の問題，および有力な競争相手国の出現等に起因するものと考えられる。これ等の諸因の中，原料魚価の不定性とミールの輸出価格の変動が最たるもので，この解決なくしてはその輸出高には自ら限度がある。

2. 輸出ミール滅菌の必要性

西独向けフイッシュミール，クジラミール等の輸出に際しては，輸入国の要請による無菌証明が必要となった経緯については前報[1)]で述べた通りである。

著者等は先に北海道製品ミール175点について細菌學的検査を行い[2)]，また各種の魚粉の細菌についても試験した[1)]。その結果ミールは製造工程中および製品となってからも，一般細菌および大腸菌群によって著しく汚染されることを確めたが，サルモネラ菌による汚染は認めなかった。

Table 2. Salmonella species detected from fishmeal made in Hokkaido.

Species	Approved by
Salmonella enteritidis	G
Salmonella newington	G, J
Salmonella bareilly	G
Salmonella amager	G
Salmonella braenderup	G
Salmonella anatum	G
Salmonella senftenberg	G
Salmonella binza	G
Salmonella meleagridis	G
Salmonella give	G

Note:

G…Staatliches Veterinär Untersuchungsamt, Krefeld, Der Senator für das Gesuntheit swesen, Bremen Freie und Hansestadt-Hamburg Gesundheitsbehörde-Veterinärwesen.

J…National Institute of Health, Japan.

しかしその後，ミールの多数の依頼分析を行っていた際に，著者自身が屢々サルモネラ様菌を検出するようになり，予研サルモネラセンターで精査の結果，すべて *Salmonella newington* であることが判明した。

一方1958年度中に我が国から西独に輸出したミール244件中43件（検出率17.6%）がサルモネラ菌陽性であったとの報告を得た[3]。この他にも同様の情報があった[4]。本道製品ミール中から検出されたサルモネラ菌の種類は**第2表**に示した。

以上のようにフイッシュミールからサルモネラ菌が検出されたとの報告が多くなって来たので，再度全道から天日乾製，機械乾製の別に試料ミール49点を集め，その汚染菌数を調査した。その結果，前2回の調査時と同様，かなりの細菌汚染のあることを再確認し，早急にミールの滅菌対策を講ずる必要があることを痛感した。その後，関係官公庁が中心となり，関係業者も含めた魚粉熱処理対策委員会が設けられ，積極的に対策検討を開始することになった。この委員会において，著者等はミール滅菌法の研究*を担当，独自の方式を考案し，ミールの有害成分除去（ミールの改良）にも適用出来る等の知見を得た。

なお次に述べる検査規格とも関連するが，規格決定以前には，サルモネラ菌の有無と，腸内細菌数および一般菌数を検査項目として採り上げるべきであるとの意見が強かった。従って著者等としては寧ろ滅菌の困難な一般細菌に指標を置き試験を行って来た。しかしその後になってから規格の決定を見，一般細菌数の計測は検査項目から外され，従って一般細菌の滅菌に関する研究結果は最早その意義を失った観があるが，なお加熱処理証明の指標として極めて有意義であることは Dr. S. Winkle 氏の報告[4]からも察せられ，また外務省書簡[5]には「サルモネラ菌の認められなかったものについても，その殆どに菌の胚芽が認められ，熱処理が十分実施されていないと憶測される」とあることからもうかがえる。西独における規定は「外国産動物性飼料によるサルモネラ菌の流入危険に対する防止規定」に基ずき「魚粉は乾燥時または乾燥後において加熱方式を加え，万一にも存在するサルモネラ菌が完全に死滅したという官庁の熱処理証明を要す」というものである。西独官庁の要求するものは加熱処理証明のみであって，サルモネラ菌あるいは腸内細菌数の証明は必要でない[5),6)]。

日本においては，農林省輸出品検査所，北海道立水産試験場，日本油糧輸出組合および日本海事検定協会が必要に応じて証明書を発行していたが，西独当局の意向により，1959年10月以降は農林省輸検で証明書の発行を行うことに統一された。

Ⅲ 実 験 方 法

1. 細菌数の測定

一般細菌数

使用器具類，培地等はすべて正規の方法で滅菌したものを用いた。また操作はすべて無菌的に行うことは

---

* フイッシュミール滅菌法の研究は極めて少く，S. Winkle 氏[4]の他ローデ，ビショツプ博士等の論文があるに過ぎない。後2者の報告は入手出来なかった。

**しかしサルモネラ菌も含めて，一般に腸内細菌は易熱性であり，これ等が完全に死滅する程度の加熱処理が要求されている以上，これ等を指標として検査証明することは，西独の規定と異質無意義な事でない。

勿論である。

製品ミール試料はよく混和した後，匙を用いて100cc目盛り附き共栓フラスコに1g宛秤取し，生理食塩水を標線まで加え，振盪機を用いて3分間振盪後その上澄液を10倍毎に適宜希釈し，メスピペットを用いて2枚のペトリ皿に1cc宛取り，これに予め約45°Cに溶解しておいた標準寒天培地（肉エキス0.5%，ペプトン1%，グルコース0.1%，寒天1.5%，pH7.0～7.2）約15ccを注ぎ，十分混和冷却固化後倒置して37°Cのフラン器中に24±3時間培養後計測する。

腸内細菌数

操作は一般細菌の場合と全く同様に行い，平板培地としては，夫々市販の EMB，マツコンキーまたはデソキシコーレート各培地の中1種を用いた。

2. アンモニアの定量

試料2gを共栓フラスコに秤取し，2%過塩素酸溶液100ccを加え，30分間振盪機にかけた後，濾紙を用いて濾過し，その濾液を適量用いて微量拡散法に従って比色定量した。

3. ミールの加熱処理

乾熱処理

約30cm³の電気恒温乾燥器中に10～20gの試料を入れた滅菌シャーレ（蓋をずらす）を収容し，一定時間，一定温度で加熱した。この場合，恒温器が一定温度に達してから試料を入れ，試料の収容時より取り出す時間までを加熱処理時間とした（処理温度は，その時の熱気温度であって品温ではない）。

湿熱処理

1kwの発熱抵抗体を有する内容約40cm³のコッホ型殺菌釜を用いた。試料は予め滅菌した所定の100cc目盛附滅菌共栓フラスコ中に1g宛入れ，一定時間栓をすることなく釜中で加熱処理した。なお前記と同様試料の納入時から取り出した時までを，加熱処理時間とした。

過熱蒸気処理

これには第1図に示したような装置を用いた。試料受器は針金と薄いアルミニウム箔で作ったもので，これに2～4gの試料を入れ，殺菌室中に一定時間，一定温度で加熱処理した。

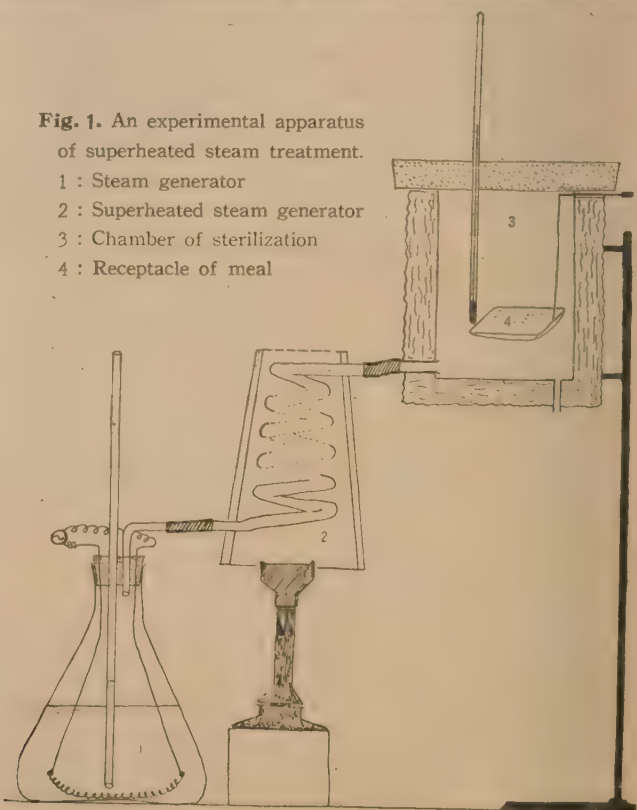


Fig. 1. An experimental apparatus of superheated steam treatment.
1 : Steam generator
2 : Superheated steam generator
3 : Chamber of sterilization
4 : Receptacle of meal

Ⅳ 実 験 結 果

1. 北海道産魚粉および魚粕の細菌数，並びにアンモニア含量

全道各地から集めた魚粉および魚粕49点を天日乾製品，並びに機械乾製品別に一般細菌数，腸内細菌数およびアンモニア含量を調べた結果は**第3表**に示した通りである。

Table 3. Bacterial count and ammonia content in fishmeal or fish manure provided in Hokkaido.

Sample No.	Bacterial count				NH_3, mg%	Remarks
	General		*Enteric*			
	Std.	HI	EMB	DC		
1	3.2×10^5	—	5.0×10^2	—	265	D
2	5.0×10^4	—	2.5×10^3	—	215	〃
3	3.5×10^7	—	3.0×10^4	—	360	S
4	1.1×10^7	—	1.6×10^5	—	220	〃
5	5.5×10^5	1.4×10^5	1.5×10^5	—	480	〃
6	5.0×10^4	—	5.0×10^3	—	400	D
7	2.3×10^7	4.6×10^6	1.0×10^7	2.4×10^5	320	S
8	6.5×10^6	—	3.1×10^6	—	400	〃
9	2.0×10^5	—	—	3.8×10^5	335	〃
10	3.0×10^5	—	—	—	330	D
11	1.2×10^7	1.2×10^7	5.1×10^6	1.8×10^5	290	S
12	6.5×10^5	—	5.7×10^3	—	170	D
13	7.7×10^7	2.5×10^7	—	1.1×10^6	175	S
14	2.2×10^6	1.2×10^6	1.6×10^5	—	130	D
15	3.0×10^3	—	$<10^2$	—	290	〃
16	1.9×10^4	2.0×10^3	3.0×10^4	$<10^2$	240	〃
17	1.0×10^5	—	3.5×10^4	—	150	〃
18	1.5×10^4	1.4×10^4	5.0×10^3	$<10^2$	160	〃
19	5.5×10^4	4.0×10^5	1.0×10^2	$<10^2$	315	〃
20	1.0×10^4	—	$<10^2$	—	170	〃
21	3.0×10^4	—	$<10^2$	—	230	〃
22	2.0×10^4	1.8×10^4	1.0×10^3	$<10^2$	120	〃
23	5.7×10^5	6.3×10^5	6.0×10^3	$<10^2$	130	〃
24	1.0×10^4	—	$<10^2$	—	150	〃
25	5.5×10^6	1.5×10^7	1.4×10^5	—	185	〃
26	3.1×10^5	—	$<10^2$	—	90	〃
27	1.4×10^7	—	4.3×10^5	8.5×10^3	130	〃
28	1.4×10^6	5.1×10^6	2.3×10^4	$<10^2$	215	〃
29	2.4×10^5	—	$<10^3$	—	235	〃
30	1.5×10^4	—	1.0×10^3	—	170	〃
31	7.0×10^4	—	$<10^2$	—	275	〃
32	2.0×10^4	—	1.0×10^2	—	260	〃
33	4.5×10^4	—	$<10^2$	$<10^2$	190	〃
34	8.5×10^4	4.5×10^4	$<10^2$	$<10^2$	245	〃
35	4.5×10^4	—	1.0×10^2	—	240	〃
36	1.2×10^5	3.4×10^4	8.1×10^3	$<10^2$	285	〃
37	7.8×10^5	—	1.5×10^3	—	230	〃
38	1.5×10^4	—	1.0×10^2	—	310	〃
39	5.9×10^5	—	1.0×10^2	—	310	〃
40	4.8×10^5	—	$<10^2$	—	—	〃
41	1.8×10^5	—	$<10^2$	—	255	〃
42	1.4×10^5	—	2.0×10^2	—	330	〃
43	7.1×10^5	—	1.7×10^4	—	400	〃
44	1.7×10^6	5.9×10^6	1.7×10^5	$<10^2$	180	S
45	1.6×10^5	—	1.6×10^5	—	330	D
46	2.4×10^5	—	3.5×10^3	—	180	〃
47	1.1×10^6	—	$<10^2$	—	310	S
48	1.5×10^5	—	2.0×10^2	—	215	D
49	9.0×10^4	—	2.0×10^2	—	240	〃

Note: Std. ……Standard agar. HI……Heart infusion agar. DC……Desoxycholate agar.
EMB……Eosin methylene blue agar. D……Dryer drying. S……Sun drying.

第3表に基ずき，一般細菌数と腸内細菌数との関係を示したのが**第2図**である。

また腸内細菌のアンモニア産生性は*Proteae*を除き一般に微弱で，主たる蛋白質分解産物の産生は腸内細菌等の一般細菌によるものと考えて差支えない。フイッシュミールにおける一般細菌とアンモニアの関係を図示したのが**第3図**である。

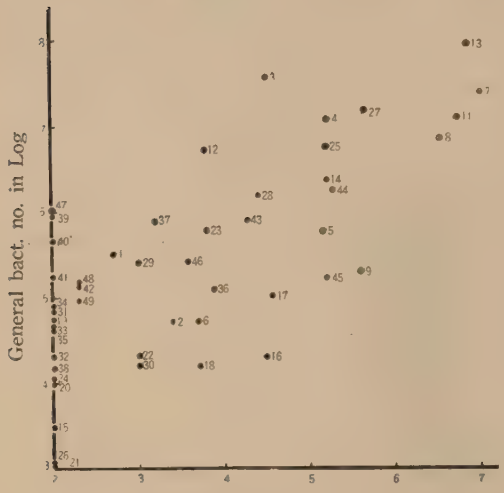


Fig. 2. Relation between general and enteric bacterial counts in 48 fishmeals provided.

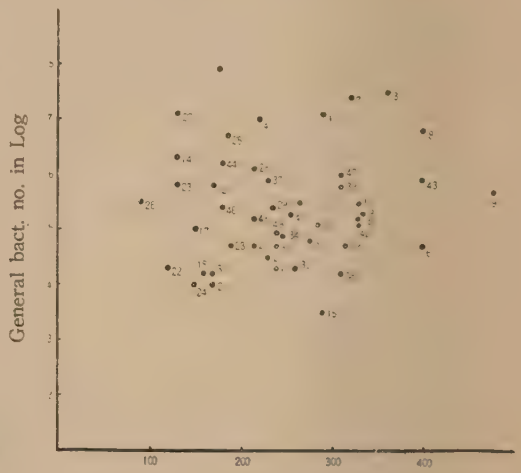


Fig. 3. Relation between general and ammonia content in 49 fishmeals provided.

1) 製品ミールの腸内菌数は10^2以上ものが90%，10^3以上が68%もあり，加熱処理をしたという事は殆ど認められない（第4表の腸内細菌の項参照）。

2) 天日乾製品，機械乾製品の別なく汚染細菌量には広い巾がある。

3) 一般細菌数に比し腸内細菌数は常に少なく，その間に大約10～100：1という比率で認められる。

4) ミール中に含有されるアンモニア量は細菌数と余り相関性がない。

何れにしても，ミールの滅菌，並びにアンモニア等の有害分解生成物の除去を計る必要があることが明らかである。

2. 加熱処理による殺菌効果

1) ミールをそのまま乾熱処理した場合

製品ミールで水分12%以下のような低水分のものを，そのまま100°C以下で乾熱処理した場合の殺菌効果は**第4表**に示した通りである。また同様な試料を105°Cで処理した場合の結果については**第4図**の一⊙一曲線で示した。

第4表および**第4図**によると，100°C以下の乾熱処理であっても70°C以上で25分間以上処理すれば，腸内細菌には有効に作用するが，一般細菌に対しては70～90°Cの範囲では余り有効でなく，特に天日ミールや機械乾製品の場合，殆ど殺菌効果が認められない。

Table 4. Bacterial change by dry heat (70-90°C) treatment for infected fishmeal or fish manure.

Sample	Kind of Bact.	Bacterial count Control	70°C, 25 min.	80°C, 20 min.	90°C, 15 min.
S	G	2.3×10^6	2.2×10^6	8.2×10^4	4.5×10^4
	E	3.6×10^4	3.4×10^4	0	0
D	G	4.8×10^5	3.6×10^5	2.2×10^5	2.0×10^5
	E	2.1×10^4	0	0	0

Note:
S……Sun drying. D……Dryer drying.
G……General bacteria. E……Enteric bacteria

また105°C処理に際し，ミールをそのまま処理する場合と，予め37°Cに24時間放置後処理する場合とでは，殺菌効果が異り，後者が若干勝れている（第4図の—⊙—および—●—参照）。即ち前者は30分後に$10^5 \rightarrow 10^5$と変りなく，60分後に$10^5 \rightarrow 10^4$となるが，後者は30分後に$10^7 \rightarrow 10^4$となっている。

2） ミールに加水して乾熱処理した場合

製品ミールのようなよく乾燥したものをそのまま乾熱処理しても，一般細菌に対しては余り殺菌効果がなく却って焦化褐変が甚しいので，次の諸点を考慮し，予めミールに加水し高温下に暫時放置後105°Cで処理を行った。即ち，菌体を出来るだけ易熱性の増殖細胞に変えること，乾熱処理中にある程度の湿熱を得て殺菌効果を昂めること，および乾燥時の焦化を抑制すること，ミールの水分減少を出来るだけ防止すること等の目的から，ミールに予め種々の水分含量を与え，37°C に24時間放置後105°Cで乾熱処理を行った。この結果は**第4図**に示した通りである。

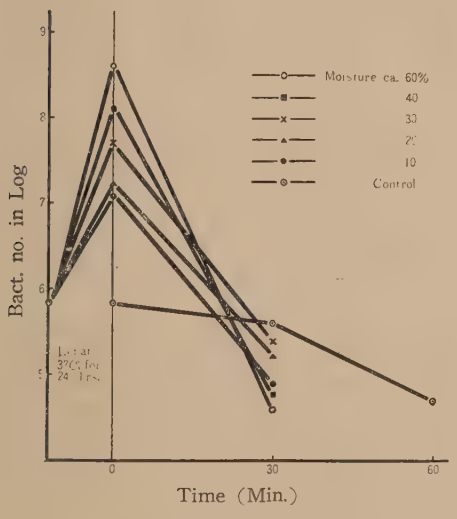


Fig. 4. Destructive effect of dry heat (105°C) on bacteria in fishmeal or fish manure.
Samples were let at 37°C for 24 hrs. adding water before treatment.

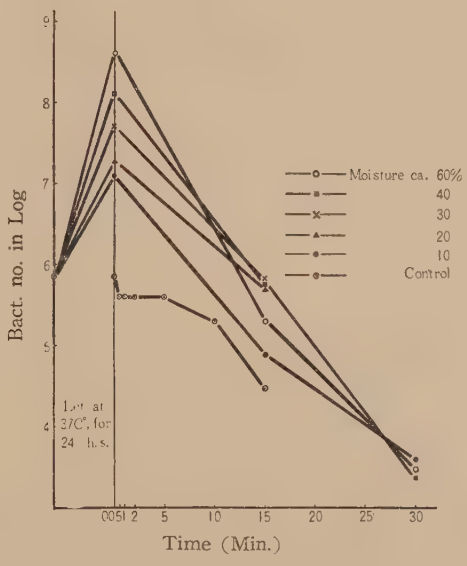


Fig. 5. Bacterial change by moist heat(100°C) treatment for fishmeal or fish manure.
Samples were laid down at 37°C for 24 hrs. adding water before treatment.

第4図によると，

（i） 加水しないミールは20°C前後で長時間貯蔵しても菌数増加は認められない[1]にも拘らず，これを37°Cに24時間放置するだけで増菌が認められるようになる。

（ii） 加水したミールの増菌割合は水分に応じて大きくなる。

（iii） 加水したミールを37°C，24時間放置後105°C乾熱処理すると，水分30%までのものは30分後に$10^7 \rightarrow 10^5$，水分40%以上では$10^8 \rightarrow 10^4$となり，何れもミールを加水しないで処理した場合よりも殺菌度合が大きく，また処理時間の短縮も可能となる。

（iv） なお，加水しないミールの乾熱処理30分後の水分は1.3%に過ぎず殆ど無水物に近かったが，10および20%加水したミールでも，30分処理後の水分はそれぞれ1.5および2.6%で，何れも水分の減少が著しい。しかし40%加水ミールでは10.9%であった。

なお，加水による褐変防止は幾分効果があるが，多少の焦化は免れなかった。

3） 飽和蒸気（100°C）で処理した場合

一般に乾燥空気中における加熱殺菌に比し，飽和蒸気による殺菌は，より低温，短時間で勝れた殺菌効果を示すことは細菌学的に認められている処である。これは菌体に対する熱の伝導が大きくなること，加水分解作用をおよぼすこと等のためであろう。そこで乾熱より効果が多いと思われる常圧飽和蒸気を用いて処理した結果を**第 5 図**に示した。

この結果によると，乾熱処理の場合のようにミールを加水，あるいは高温に放置する等の必要はなく，ミールをそのまま用いて差支えないようである。即ち乾熱処理60分の効果は，湿熱処理15分で見られ，またミールを加水後高温に放置したものの湿熱処理15分後の結果は何れも加水しない場合に比し寧ろ幾分劣っているからである。

またこの場合には褐変現象は殆ど起らないが，直接蒸気を接触させるので，製品ミールの水分増加という異の欠点が出て来る。湿熱処理後の水分変化については**第 8 図**に示した。即ち処理前の当初水分20%までの場合は，処理終了時の製品の水分は漸増の傾向を示すが，当初水分40%のものは逆に減少する傾向を示す。何れにせよ，湿熱処理終了後の水分は，すべて規格（12%以下）を超えるので，再乾の必要がある。このような高温高湿状態は細菌繁殖の好条件を備えているので，出来るだけ早急に規定の水分以下とし，また室温以下に冷却する必要がある。

4）過熱蒸気で処理した場合

飽和蒸気処理ではかなりの殺菌効果が認められたが，なお復水性，即ち吸湿状態になること，処理時間が長いこと，熱効率の悪いこと等の諸欠点があるので，これらの諸点に対して低温常圧過熱蒸気が適用出来るか否かについて実験した。

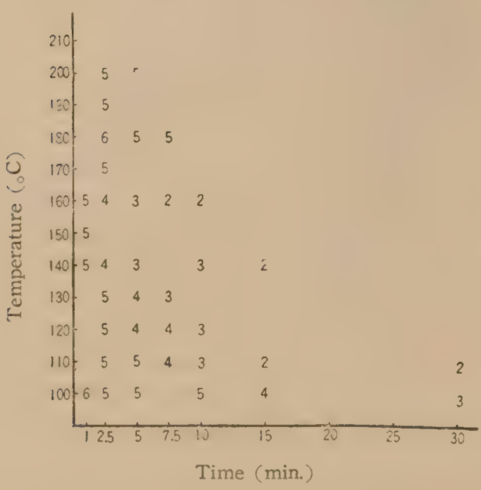


Fig. 6. Destructive effect on bacteria in fish meal or fish manure under superheated steam treatment at a various temperature.

Inital bacterial number in sample was 2.6×10^6.

Numbers represented in figure mean the bacterial counts' exponents of 10.

一定圧力下における過熱蒸気は，その蒸気温度に応じて一定容積中の蒸気重量が異り[7]，蒸気温度が高くなるに従って減少する。従って蒸気温度が高い程乾熱に近くなり，低い程湿熱に近くなる。前述の通り殺菌効果は乾熱に比し湿熱が優っているので，出来得る限り湿熱に近い過熱蒸気，即ち低温過熱蒸気を用いる必要がある。ミール滅菌に適当な過熱蒸気温度選定についての実験結果は**第 6 図**に示した。

第 6 図によると，先に予想した通り，蒸気温度にはある有効な温度範囲のあることが明らかである。常圧過熱蒸気温度は100°C以上450°C近くまで得られるが，殺菌効果のみならず褐変現象その他のミールに対する副作用を考慮すると110～140°Cの低温に限定される。

次に上記温度範囲において，処理時間を10分以内とし，天日乾製品および機械乾製品のそれぞれ比較的菌数の多いものと少いものについて，過熱蒸気処理を行った。この結果は**第 7 図**に示した。

この結果では，処理温度110～120°C では天日乾製品の一般細菌数の多いものでも，2.5～5分処理で $10^6\to10^3$ となり，菌数の少いものでは $10^4\to10^2$ に減少した。また140°C においては菌数多いものは $10^6\to10^2$，少いものでは $10^1\to10^2$ と何れも100倍前後に減菌し，極めて短時間で飽和蒸気処理の場合と同等以上の効果を示した。これに対して機械乾製品で菌数の多いものでは，110～120°C，10分処理では未だ満足な程の殺菌効果を発揮しなかったが，飽和蒸気処理におけるよりも短時間で同等の効果が認められた。

140°Cでは10^5→10^2となり著しい効果を示した。

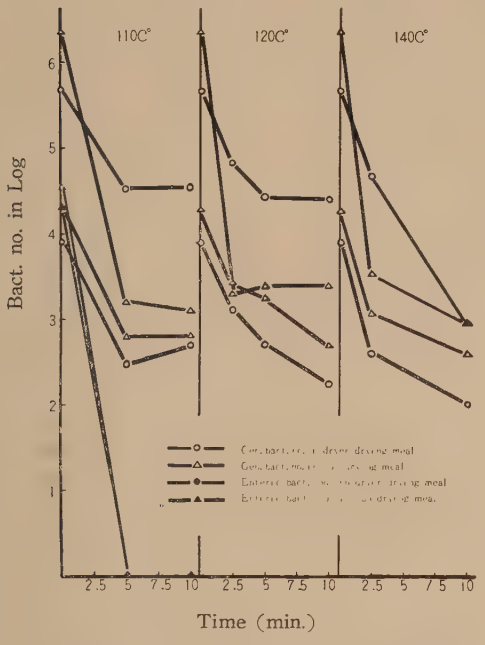


Fig. 7. Bacterial change by superheated steam(110–140°C)treatment for infected fish meal or fish manure.

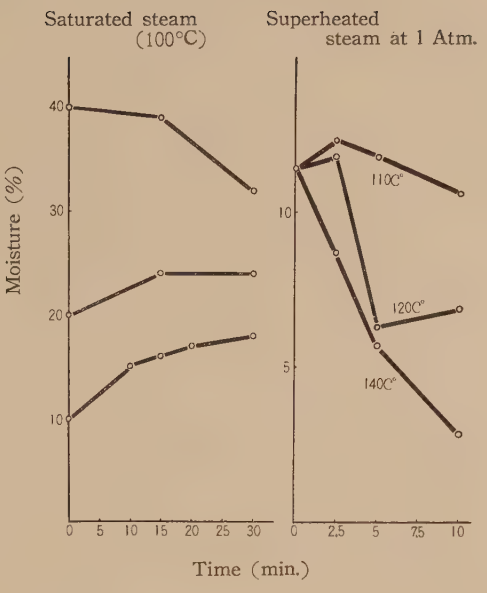


Fig. 8. Moisture change in fish meal product treated with superheated steam at a various temperature comparing with satur. steam.

腸内細菌については何れの処理温度においても５分以内で完全に滅菌された。

またミールの褐変は110～120°Cの範囲では殆んど問題にならず，140°Cで若干認められるが品種名（白色魚粉，褐色魚粉等の）を左右する程ではなかた。

殺菌効果は上記の通り，他の方法に優るとも劣らぬ結果を示したが，次に過熱蒸気処理によるミール重量の増減について検討した。その結果は**第８図**に示した通りである。

先にも述べた通り，過熱蒸気温度が低い程，水蒸気量が多くなることは**第８図**の結果にもよく表われている。即ち110°Cの過熱蒸気処理2.5～５分後では，当初のミール水分より若干増加しており，120°Cでも2.5分迄はこの傾向がある。140°Cになると水分は減少の一途を辿る。しかし何れの場合でも，その復水性は少く寧ろ乾燥して水分は減少する傾向が強い。

3．過熱蒸気処理によるミール中のアンモニア含量の変化

先に**第3表**で示したように北海道産ミールの約65%はアンモニア含量が200mg%以上に達し，甚だしいものは400mg%を超えている。西独ではこの点についても注意を喚起し，200mg%以下であることを求めている。[3),8)] 過熱蒸気処理によって，これがどの程度除去され得るかについて試験したが，その結果は**第９図**に示した通りであった。

これによれば，当初240mg%のアンモニア含量の試料の場合，110°Cでは５分後に188，10分後には145各mg%に低下し，120°C では2.5分後で225，５分後には163，10分後で88各mg%に減少する。140°C 処理ではその効果更に著しく，2.5分後で188mg%となる。このように過熱蒸気処理はアンモニア等の揮発性分解生成物の除去法としても適用可能である。

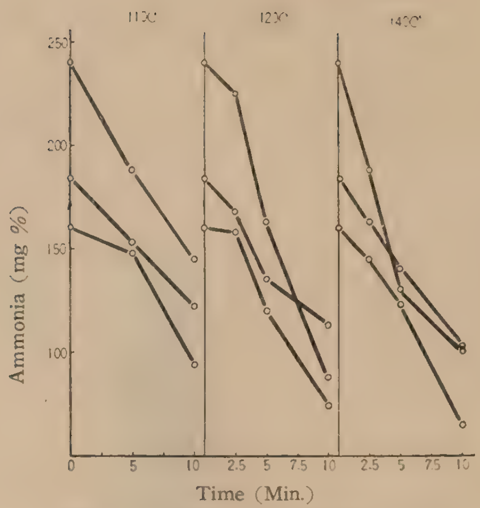


Fig. 9. Variation of ammonia content in fishmeal or fish manure treated with superheated steam at a various temperature.

Ⅳ 論　　議

1. 細菌数およびアンモニア含量について

1）細菌数計測に対する吟味

同一試料の菌数を計測する場合，その再現性が往々問題となる。これは試料ミールの採取法に主なる原因があるのであるが，また加熱処理後に残存発育する菌は Bacillus, Proteus 等の寒天培地上で拡散する傾向の強い菌が多くなるため，その計算が困難となることにも原因がある。この他培地の種類，培養条件等にも左右され，何れにしても菌数の絶対値の再現は難しい。

2）測定結果では，天日乾，機械乾の別なく何れも著しい細菌汚染が認められる。天日乾燥品の菌数が多いことは製造上当然と考えられるが，機械乾燥でもなお[illegible]ことは，現行の乾燥機を以て殺菌を行なわれる事は不可能である事を示すものと解してよかろう。[illegible]は直火式通気乾燥ドライヤーであるが，これでは一般に[illegible]が[illegible]事を[illegible]しており，その[illegible]まれる。またドライヤーから取り出した後，高温高湿状態（水分20〜30%，品温40〜50°C）で長時間放置する所に細菌増殖の原因を求めることも可能である。前にも述べたように取り出したミールは出来るだけ[illegible]分以下とし，また室温以下に保つ事が必要である。

しかし魚粉，魚粕が十分管理されて計画的に製造されるまでは，[illegible]なく，特殊なものといわざるを得ない。魚粉，魚粕原料の大宗であるイワシですら，[illegible]魚として[illegible]し，一方大漁となれば鮮度の低下したものを[illegible]にかけるという[illegible]では，細菌汚染を考える事は無理であろう。従って一次製品として製造した品質の低いものを[illegible]ミールに改良せざるを得ない事になろう。

3）魚粉，魚粕中に含有される蛋白質分解産物は，アンモニア，アミン，有機酸等であるが，これ等は何れも飼料価値なく，寧ろ有害作用を持っている。吾々はこれ等の分解産物のうちアンモニア含量について測定したが200mg%を越えるもの多く，甚だしいものは400mg%以上に達している。また[illegible]メ中の有機酸を定量したが，300mg%以上含有していた[9]。

一般にアンモニア等の蛋白質分解生成物は飼料の嗜好，生育等に悪影響を与えるといわれている[10]。また

水分10%前後の製品ミールは室温に長期貯蔵しても菌の増殖は起らない[1]。また鮮度不良魚を原料として煮熟圧搾後，直ちに乾燥したものは，新鮮魚を用い煮熟圧搾後，長時間貯蔵して乾燥したものよりも遙かにアンモニア含量は少い故[10]，一般製品ミール中にかなりの量の細菌が認められ，且つアンモニア含量も多いという事は，主として玉粕の貯蔵期間中における腐敗現象に基ずき，また稲倉貯蔵によって助長され，その他その後のミールの取扱い時に際しての接触汚染がこれに加わる等が考えられる。細菌数とアンモニア含量との間に相関性がないという事は乾燥時における処理効果の程度如何によるいわば人為的原因によって左右されるためで当然の結果といえよう。

2. 滅菌法について

ミールの滅菌方式について検討する場合は，次のような諸条件を満たすものが望ましい。

i）殺菌効果が確実なこと。

ii）ミールの品質を悪変しないこと。

iii）処理コストが低廉なこと。

殺菌方式としては化学的なもの（主として薬剤による），および物理的なもの（光線，高周波および熱の利用）による場合に大別される。

化学的殺菌剤としては，亜硝酸ソーダ，ズルファミン類，ニトロフラゾーン，アルコール，および抗生物質等が考えられるが，効果，経費等からなお問題が多い。又亜硫酸ガス，塩素ガス，酸化窒素あるいはオゾン等のガス燻蒸処理では副作用甚だしく適用は不可である。物理的方式としての紫外線はその効果低く，γ線等の放射線は実用の域に達していない。結局適用可能なものは熱処理という事になり，これは理論上からもまた予備試験上からも適当な方法と判断されたので，この方式についてのみ検討を進めた次第である。

1） 乾熱方式の場合

実験結果によると，製造現場における場合と異り，100°C以下の低温乾熱処理でも，腸内細菌に対しては有効に作用することが認められた。これは製造現場の熱混合ガス並流式では品温が低く，一般細菌に対しては勿論，腸内細菌の殺菌にも不適であって，単なる乾燥機としての役目しか果し得ない事を示す。従って前述したように一度魚粕としたものを魚粉向けに改良せざるを得ない現在の原料事情では，単にこのような乾燥機処理を繰返すことは無意味である。特に機械乾製品で菌数の多いものを乾熱処理しても，一般細菌数は殆んど減少しなかった。これは耐熱性菌が多いためであろうと考えるが，これについては未だ確認していない。

一般にミールをそのまま90°C以上で乾熱処理すると焦化褐変現象が見られ，熱混合ガス並流式で出口温度が100°Cを超える時はその程度甚だしく，また含有栄養物質も破壊され[11]，消化率の低下を来し[12]，ミールの価値は著しく減少する。このためミールを適宜加水後，加熱処理した実験では，殺菌度合も大きく，加熱時間も短縮されるが，なお殺菌効果は不十分で，有効処理時間も30分もの長時間を要し経費高となる他，目減りと多少の褐変は避けられない等の欠点を有するものである。谷川氏の報告[3]によれば，西独でも同様に予めミールに10%の加水を行い，加熱方法としてはスチーム・ドライヤーを用い，80°Cで25～30分処理して効果を挙げている由であるが，経費の点でなお問題がある（1屯当り12ドル）。

2） 常圧飽和蒸気方式の場合

常圧飽和蒸気処理では，乾熱処理の場合のように褐変現象についての問題は起らないし，ミールを加水することなしに殺菌可能であり，30分処理後の効果も乾熱処理より勝れている。しかしなお製品の水分増加と，処理時間の長いこと，熱効率の悪いこと等に欠点があり本方式を以て実地に応用することは尚問題がある。西独の Christiansen & Meyer 社の資料および S. Winkle 氏の報告[4]によれば，一応本方式に属するものと思われるが若干の圧力をかける装置，即ちレトルト式であろう。Winkle 博士の結果によれば，蒸気加熱処理5分後に温度は98°Cとなり，菌総菌数は1.4×10^6から3.1×10^5に減少し，10分には102°Cとなり菌数は2.6×10^4，18分後には102°Cで1.4×10^3に減少している。又サルモネラ菌は何れの場合も無菌であった。なお前記CM社の資料によると，蒸気および電力の経費は合理的適用によって確実に低廉に保持出来るとなっているが詳細は不明である。

3） 過熱蒸気方式の場合

ミールの滅菌方式として過熱蒸気を採り上げている研究は，西独を始め，その他の国々にも見当らないようで本方式による研究は著者等独自のものである。この方式は前記2種の何れよりも長所が多いことは実験結果からも明らかであろう。過熱蒸気は種々の圧力下で種々の温度を得ることが出来るが，その装置の材質，取扱い上の安全性等を考慮すれば，常圧下における過熱蒸気殺菌が最も適当である。常圧過熱蒸気の温度と処理時間の決定に当っては，その殺菌効果，ミールに対する影響，ミール重量の変化あるいは処理後の製品水分の減少等を考慮する必要があり，結局本方式による場合は，110°Cでは10分以内，120°Cでは5分以内が最適条件となろう。

3. ミールの改良（脱アンモニア）について

我が国で生産される製品ミールの約65%はアンモニア含量が200mg%以上で，甚だしいものでは400mg%を超えている。戦前ドイツでは0.2%以上のアンモニアを含有するミールの輸入を禁じていたが，[illegible] 現在の情報[3]でも200mg%以下のものを要望している。

フイッシユミール中のアンモニア除去法については大島氏等によって行われた研究[10]があるに過ぎない。同氏等はミールに苛性ソーダを加えて十分に塩基性としてから乾燥し，除去しているが，過熱蒸気処理によれば，加熱以外に何等の操作をも必要とせず，しかも極めて短時間で満足すべき域に達し得られ，殺菌効果および能率と併せて極めて有利な方法といえる。

以上のようにミールの滅菌方法として3種の加熱処理方法を考え，それぞれの性能を一般的に比較検討し，過熱蒸気処理が最も適当であるとの結論に達したが，これ等の企業化に当ってはなお殺菌効率，熱効率，運転経費等の綜合的な比較検討が当然必要となる。しかし本報告は基礎試験であって，工学的及び経済的諸条件については次報で発表する予定である。

要　約

1） 道内製品ミール49点について，一般細菌数および腸内細菌数，並びに有害分解生成物中のアンモニア含量を調べ，その相関性について考察を加えた。

2） 過去2回および今回の細菌汚染状況から，輸出向けミールの滅菌処理の必要性を確認し，滅菌法の検討を行った。

3） 処理方法としては加熱処理が最も有効，且つ実際的であるとの観点から，乾熱，常圧飽和蒸気および常圧過熱蒸気を用いてその殺菌効果を比較した。

4） 殺菌効果の他に，製品ミールに対する影響，処理コストの低い事などを考慮すると，上記3種方法の総合順位は次のようになる。

過熱蒸気＞飽和蒸気＞乾熱

5） 過熱蒸気処理においては，140°Cを境にして高温または低温になるに従って殺菌効果が漸減する傾向がある。

6） 過熱蒸気によるミールの殺菌は110°C，10分以下または120°C，5分程度が適当と認められる。

7） 過熱蒸気処理によれば，有害分解生成物（アンモニア，アミン類等）の除去も同時に可能であり，ミールの品質改良更生法としても十分適用出来る。

なお本報告の概要は日本水産学会昭和34年度大会（大阪府堺市）で発表した。

文　献

1） 笹島正秋，大島浩，石垣知子（1958）：魚粉製造時の細菌について（その1），本報告，(18),70～71.

2） 大島浩，笹島正秋，細崎知子（1957）：[illegible]，**14**，(7)，30～33.

3） 谷川英一（1959）：欧州水産事情視察報告（講演）.

4） Stefan Winkle (1958)：Pasteurisierung von Salmonellainfiziertem Fischmehl bei der Firma Christiansen & Meyer in Hamburg-Harburg.

5) 中川（1959）：西独向魚粉におけるサルモネラ菌に関する件，駐独大使館書簡，漢総第135号．
伊藤忠商事（1959）：本道産フイッシュミールの西独におけるサルモネラ菌検出について，伊藤忠商事書簡，S-F（748）．
6) 魚粉処理対策委員会（1959）：魚粉の加熱処理について，委員会情報，（1）．
7) 機械学会編（1937）：過熱蒸気表，機械工学便覧，1068，岩波書店．
8) 大島幸吉（1938）：アンモニア，魚粉と魚粕，448，丸善株式会社．
9) 大島浩，神崎和子（1956）：雨イカとなつたスルメの更生，水産庁蛋白研究班研究報告，(5)，75～78．
10) 大島幸吉（1938）：魚粕中のアンモニアの来源と除去法，魚粉と魚粕，305，丸善株式会社．
11) M. Klungsyr et al.（1953）：Drying and quality of meal, Meldinger Fra SSF (Herring Industry, Norway),（2）22-30.
P. Creac'h（1954）：Fish meal-Nutritive value, Bulletin d'information et de documentation de l'Institut scientifique et technique des peches maritimes (Paris) **1**, 6.
12) 大島幸吉（1938）：フイッシュミール蛋白質の消化率，魚粉と魚粕，446～447，丸善株式会社．

擂身の凍結と応用に関する研究　第2報
ソーセージ原料としてのスケトウダラ擂身の凍結について（1）

西谷喬助・武田二美雄・田元馨
田中修・久保正

Studies on Freezing of "Surimi" (Fish paste) and its Application (II)
On freezing of Alaska pollack "Surimi" for the material of Sausage (1)

By

Kyosuke NISHIYA, Fumio TAKEDA, Kaoru TAMOTO, Shu TANAKA
and
Tadashi KUBO

Studies have been made on several factors affecting preservation of "Kamaboko'-forming ability.

The factors investigated in this work were as follows: the amount of ice, salt, phosphate, and starch, the time of braying, and standing, and the days of storage.

The samples were stored at-17°C after having been frozen at-27°C.

The effect of each factor was divided according with experimental design so as to analyse the main effeet and ascertain the optimum condition of preservation of "Kamaboko"-forming ability.

Scoring for the results obtained through above plan made it possible to comfirm some of the beliefs about the best condition of the freeze-treatment of Alaska pollack "Surimi".

They can be summarized as follows.

Phosphate (1%), salt (2.2%), ice (5%) and starch (2%) were effective, and among them particularly, phosphate not only enhanced the water retention and the jelly strength of meat but also inhibited development of denaturation of protein induced by frozen storage.

As regards the factors of braying time (10, 20, 30 mins), standing time (1, 2, 4 hrs) and the days of storage (10, 15, 20 days) no effect was ascertainable.

緒　言

魚肉蛋白質は凍結貯蔵中に変性し不溶性の蛋白質が増加する。変性は，水素イオン濃度，塩濃度，塩の種類，貯蔵温度等により影響されることが多くの研究者により報告されている。[1),2),3),4),5),6)]

一般に凍結された魚肉を原料とした煉製品は“足”および味が低下する。特にスケトウダラを凍結すれば“足”の低下が著しく煉製品原料とすることは困難である。スケトウダラは鮮魚として生産地で消費されるのみならず無頭，無内臓として本州に移出される量が極めて大きい。これをフイレー，若しくは落身にして冷凍移出することは輸送を容易にし，需要に応じた円滑な供給を行うことが出来るので試みた人は数多い。併しながら凍結による変性のため今日まで実際化するに至っていない。著者等は生鮮のスケトウダラはソーセージ原料としてマグロ，クジラ等に遜色ないことを認めており[7]近時魚肉ソーセージの生産の著しい増大と，これに伴う原料魚の不足からスケトウダラの利用が注目されるに至った。何等かの方法によって肉質のみを

冷凍して利用出来るならば北海道沿岸で多獲されるスケトウダラに新しい用途が拓かれるだけでなく，北洋漁場の開発にも役立ち得るであろう。このような見地から筆者等[8]は，スケトウダラを原料としたソーセージミート（調味した肉糊）を放置して坐らせて網状組織を形成させた後，凍結貯蔵し，これを2cm立方位の大きさに切断し，これに生鮮肉のソーセージミートをつなぎ肉として混合してソーセージを製造した。凍結品の使用率は20%，50%，80%の3種としたが，官能審査の結果は鮮肉を用いて製造した標準品に比し80%使用のものは稍劣り，20%および50%使用のものは食感，足，味共に何等遜色ないことを認めた。併しこの方法は完全に調味しなければならないのが欠点である。即ち再擂潰出来ないので生産工場に於ける調味の自由な工夫を認めないことになり普遍性に乏しい。一方，擂潰終了直ちに凍結したものは短期間（10日間位）貯蔵したのち解凍して擂潰した場合には，粘稠な肉糊形成能を保持することを認めソーセージを試作した結果，品質良好であった。

Snow[9]，および岡田等[10]は食塩に溶解している蛋白質の物理的状態によって変性度が異ることを報告し Balley[11]，平野等[12]は摺身の中では myosin 系の蛋白質は Gel 状から Sol 状に移行しているものと説明している。摺身中の塩溶性の myosin 系蛋白をそのままの状態（物理的性状が Sol）で凍結貯蔵した場合は変性が少く，そのために解凍後，再擂潰した場合，粘稠な肉糊を形成するのでなかろうかと考えられる。このような観点から摺身の製造および凍結の過程に於て品質に影響をおよぼす要因を検討し，適切な処理法を求める試験を行ったので茲にその結果を報告する。

本試験を行うにあたり北海道立水産試験場網走支場長岩本薫氏，加工部長岩垂宇氏より終始御指導，御鞭撻を賜わり，日本水産株式会社函館支社，網走水産冷蔵株式会社上田正氏，網走市役所，紋別市役所，北海道立水産試験場紋別分場長田中正午氏，網走支場長北林透氏，加工部員石井幸治氏等，多くの人々より御援助，並びに御協力を仰いだことを記し深甚の謝意を表する。

試　験　方　法

1．直交配列によるわりつけ

摺り身の製造および凍結が，品質におよぼす影響の因子として，次の因子をとりあげた。

擂潰中の肉温の上昇と水分量による影響をみるため水の因子，塩溶性蛋白および保水性への影響をみるため食塩の因子，保水性，蛋白変性，結着性への影響をみるため燐酸塩の因子，坐りの影響をみるため放置時間の因子，その他澱粉，擂潰時間，貯蔵期間，計7つの因子を取上げ，それぞれ3水準とした。第1表に示した7因子と各因子についての3水準を第2表の直交配列表によりわりつけし，測定した特性値について各因子の主効果を分散分析して，その効果を考察した。

第1表　因子および水準

	因子	水準 1	2	3	摘要
A	氷（%）	5	7.5	10	肉重量に対する
B	食塩（%）	1.4	2.2	3.0	肉重量＋氷に対する
C	燐酸塩※1（%）	0	0.5	1.0	〃　〃
D	澱粉（%）	0	2	4	〃　〃
E	擂潰時間（分）	10	20	30	空摺10分後食塩添加してからの時間
F	放置時間※2（時間）	1	2	4	
G	凍蔵期間※3（日）	10	15	20	

※ 1：上野製薬株式会社製タリンサン（商品名，ピロ燐酸ソーダとトリポリ燐酸ソーダの等量混合物）を使用。

※ 2：ビニールで包装し10～12°Cの工場内に放置。

※ 3：凍結温度は－27°C，貯蔵温度は－15～－17°C。

第2表　わりつけ表 $(L_{18}(3)_7)$

試料番号＼因子	A 氷	B 塩	C 燐酸塩	D 澱粉	E 擂潰時間	F 放置時間	G 貯蔵時間
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3	3	3
4	2	1	1	2	2	3	3
5	2	2	2	3	3	1	1
6	2	3	3	1	1	2	2
7	3	1	2	1	3	2	3
8	3	2	3	2	1	3	1
9	3	3	1	3	2	1	2
10	1	1	3	3	2	2	1
11	1	2	1	1	3	3	2
12	1	3	2	2	1	1	3
13	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	3	1	2	1	3
15	2	3	1	2	3	2	1
16	3	1	3	2	3	1	2
17	3	2	1	3	1	2	3
18	3	3	2	1	2	3	1

試料は18口で1日に使用した肉量は20kgである。全18口を1日で試験出来ないので6口ずつ3回に分けて行った。原料としたスケトウダラは第3表の如く若干の鮮度差があったので製造誤差を除くためにランダムな順序で行った。

第3表　原料肉質の性状

区分 製造順序 試料番号	※採取肉	鮮度	揮発性塩基窒素 mg%	水分 %	全窒素 %	非蛋白態窒素 %	蛋白態窒素 %	塩溶性窒素 %	塩溶性蛋白態窒素 %	溶解度 %	粘度 sec	アクトミオシン mg%	pH	保水性 %	※※弾力 g
第1回 6.18.9	1	良の下	21.91	81.25	2.68	0.12	2.56	1.95	1.82	71.29	50.2	978	6.6	54	330
5.14.3	2			82.20	2.53	0.11	2.41	1.15	1.04	43.34	36.2	549	6.6		
第2回 16.1.17	1	良の上	16.91	82.06	2.68	0.10	2.58	2.27	2.17	84.40	116.0	1509	6.4	51	396
8.15.4	2			83.10	2.57	0.08	2.47	1.45	1.37	45.38	58.0	866	6.4		
第3回 2.13.10	1	良	18.26	82.16	2.68	0.11	2.56	2.04	1.93	75.39	52.5	1006	6.7	51	385
7.12.11	2			82.21	2.58	0.09	2.48	1.33	1.23	49.75	41.5	679	6.7		

※ 1　原魚

2　水晒し1夜，落身を空擂10分後採取。

※※　同一原料で製造したソーセージの弾力。

2.　原料および処理方法

本実験に使用したスケトウダラは1959年11月17～24日[illegible]されたもので[illegible]獲され，漁獲後の経過日数は2日以内で鮮度は第3表に示した如く概ね良好であった。[illegible]を除き，[illegible]中で1夜水晒を行い，[illegible]で脱水した後，スタンプ[illegible]肉挽機にかけた。挽肉20kgを擂潰機に入れ，空擂10分後，わりつけ表に従って本擂を行った。

擂身は10[illegible]にビニールで包み[illegible]パンに入れて，－27°Cの[illegible]でエアブラスト[illegible]した後－15～－17°Cの冷蔵室で所定の期間冷蔵した。

冷凍擂身は実験の[illegible]冷蔵室より取り出し室温で[illegible]解凍を行い，drip の[illegible]を避けるため[illegible]の状態で肉挽機にかけた。

再擂潰にあたっては食塩の不足量を追加し最終的に2.5～3.0%の添加量になるようにした。

擂潰時間は凍結前後併せて40分となるように規制し，その間に普通ソーセージ同様の調味料を添加して製品とした。

第4表　調味配合

肉量	100	
ネオフラスキン	0.02	
食塩	3.00	規制量
砂糖	4.00	
コハク酸ソーダ	0.01	
グルタミン酸ソーダ	0.40	
オールスパイス	0.15	
メース	0.05	
胡椒	0.30	
オニオンパウダー	0.80	
ラード	6.00	
燻液	若干	
澱粉	10.00	規制量

3. 測定方法

(1) 鮮度

官能検査：優，良，可の3等級とし煉製品原料として使用出来るものを良以上とし，各々を更に上，中，下，に区分した。

化学的判定：揮発性塩基窒素を常法によって測定した。

(2) 蛋白の測定法

㋑ 魚肉蛋白抽出液の調製

試料5gに低温度（−1〜3°C）の抽出液（5%NaCl 溶液に0.02M $NaHCO_3$を加え pH7.0〜7.5 にしたもの）を加えブレンダーで10分間ホモゲナイズした後3,000 r.p.m. で20分間遠心分離し上澄液を得た。

㋺ myosin 区-N の測定

上記上澄液10ccに冷蒸溜水(1〜3°C)90ccを加え1夜5°C以下に放置後析出したミオシンゲルを30分間 3,000 r.p.m. で遠心分離し上澄液を除き，少量の0.1N. NaOH に溶解して，これより myosin 区蛋白をケールダール法により測定した。

㋩ 可溶性蛋白態窒素

上澄液10ccをとりケールダール法で可溶性全窒素を求め，また別に上澄液20ccに10%$HClO_4$10ccを加え除蛋白後，非蛋白態窒素を求め可溶性全窒素から非蛋白態窒素を差引いた値を可溶性蛋白態窒素量とした。

㋥ 溶解度

$$\text{溶解度} = \frac{\text{可溶性蛋白態窒素}}{\text{全蛋白態窒素}} \times 100$$

であらわした。

㋭ 抽出蛋白液の粘度測定

OSTWALD 粘度計を使用し25°Cにおける相対粘度を測定した。

(3) 摺身の粘着力の測定

松本氏[14]の考案した粘着力測定装置を一部改良して用いた。摺身を空罐（5号罐）に隙間のないように詰めアルミニューム平板（巾15mm厚さ1mm）を6cmの深さに挿入し，一定の速度でゼンマイを伸張させ，摺身とアルミニューム板の密着が断ち切れたときのゼンマイの伸びを読み，その長さ（cm）であらわした。この測定値の誤差は5%以内に押えることが出来た。

(4) pH

比色法により測定した。

(5) 坐り，弾力，"かたさ„の測定

松本等[15]の方法に準拠し上部より水銀を落し，先端に直径4mmの球をつけたプランジャーが試料の表面を破り沈下するときの全荷重（g）をもってあらわした。

"坐り„はケーシング充填し25°Cの恒温器内で5時間，17時間放置したものについて高さ2cmに切って測定し，弾力は85°C40分間煮熟して1夜放冷したものについて，"かたさ„は凍蔵15日目に取出し室温（15±3°C）で解凍し，中心温度が5°Cに上昇したときに測定した。

何れも6回以上の測定を繰返し，その平均値をとった。

(6) 保水性

藤巻等[16]の行った測定法にしたがい摺身10gをガラスフィルターつきの特殊遠沈管に空隙のないように詰め毛細管を付したゴム栓をし，80°C湯浴中に30分間つけたのち，直ちに水で冷却し，冷却後3,000r.p.m. で20分間遠心分離し，分離した液汁量の目盛（cc）を10倍してあらわした(摺身100g中の加熱脱水量)。

結果および考察

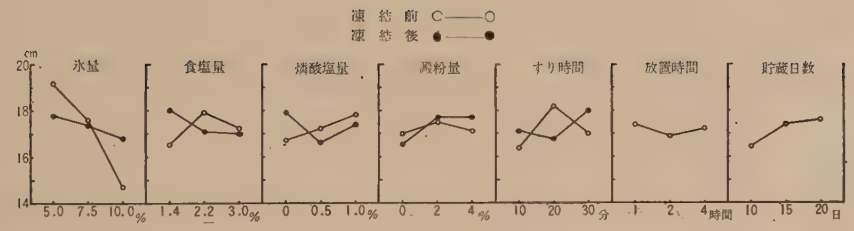
測定結果は第5，6表，第1～11図，および第7～9表に示した。

第5表　すりみ肉の測定表

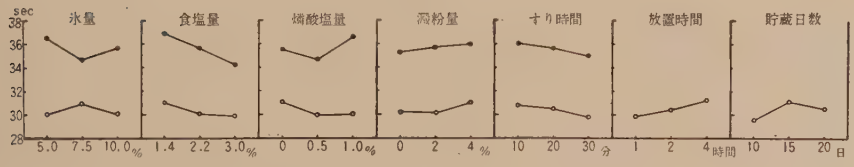
試料番号＼区分	肉糊温度 °C	粘着力 cm	粘度 sec	水分 %	全窒素 %	蛋白態窒素 %	5%塩溶性全窒素 %	5%塩溶性蛋白態窒素 %	溶解度 %	アクトミオシン mg%	坐り 5時間後 g	坐り 17時間後 g	弾力 g	pH	保水性 %
1	13.0	17.3	35.0	82.2	2.38	2.24	1.04	0.91	40.5	374	97	144	174	6.6	40
2	11.0	16.6	34.3	80.4	3.36	2.30	1.06	0.99	43.1	587	113	225	198	6,9	13
3	12.0	17.8	34.2	77.8	2.16	2.05	0.92	0.80	39.4	421	56	109	195	—	—
4	12.0	17.5	35.2	81.1	2.14	2.03	0.98	0.87	42.9	272	104	162	202	6.4	14
5	10.0	16.6	32.3	77.7	2.12	2.04	0.70	0.62	30.8	190	83	111	152	—	—
6	7.2	15.8	33.7	80.1	2,07	2.05	0.93	0.87	42.4	402	44	96	157	—	—
7	12.0	18.2	35.0	82.3	2.35	2.28	1.26	1.20	52.5	420	78	62	155	7.0	14
8	9.0	17.0	36.0	80.1	2.25	2.15	1.16	1.06	49.6	523	60	76	158	6.8	6
9	8.0	17.3	37.0	79.2	2.13	2.05	0.92	0.84	40.9	440	75	106	228	—	—
10	12.0	19.6	39.2	79.5	2.28	2.21	1.44	1.36	61.0	775	95	88	280	7.0	12
11	12.5	18.1	38.5	81.5	2.36	2.31	1.11	1.06	46.1	454	105	133	—	6.6	18
12	9.0	17.4	37.7	79.5	2.38	2.30	1.35	1.27	55.2	448	147	228	210	6.6	12
13	8.0	17.7	37.5	80.0	2.23	2.14	1.37	1.29	60.1	563	96	110	244	6.9	10
14	8.0	16.7	37.2	79.2	2.32	2.20	1.14	1.02	46.7	590	59	78	148	—	—
15	15.0	20.2	31.5	79.6	2.31	2.23	0.86	0.78	35.2	204	107	180	248	6.6	7
16	13.5	17.5	39.0	81.2	2.10	2.01	1.39	1.30	64.6	734	44	38	198	6.8	12
17	9.8	17.3	36.0	80.3	2.14	2.05	0.99	0.91	44.3	408	111	166	175	6.6	8
18	7.0	13.1	31.2	81.1	2.15	2.07	0.67	0.59	28.6	163	32	84	136	—	—

第6表　凍結再擂潰肉糊の測定表

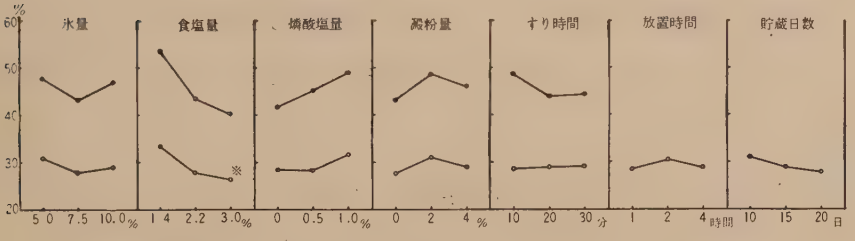
試料番号＼区分	肉糊温度 °C	粘着力 cm	粘度 sec	5%塩溶性全窒素 %	溶解度 %	アクトミオシン mg%	アクトミオシン変性度 %	坐り 5時間後 g	坐り 17時間後 g	再擂潰後弾力 g	調製後弾力 g	pH	保水性 %	肉質の堅さ g
1	8.0	16.2	29.6	0.75	33.5	108	71.13	22	42	58	264	6.7	42	125
2	1.5	20.9	29.5	0.72	30.5	33	94.20	34	88	162	290	6.9	24	100
3	1.0	19.6	29.6	0.63	29.4	35	91.86	29	69	163	280	7.2	14	85
4	4.0	17.0	33.4	0.64	29.9	33	87.87	22	36	105	208	6.8	44	166
5	4.0	16.2	29.0	0.57	24.4	68	64.22	45	84	157	283	6.8	12	81
6	13.0	15.8	31.1	0.54	26.4	73	81.75	35	62	144	253	7.2	23	103
7	2.0	13.5	29.2	0.71	30.4	43	89.80	15	20	59	229	7.0	23	84
8	6.0	14.7	30.1	0.71	33.3	108	79.35	24	36	124	344	7.0	18	57
9	13.0	15.4	31.0	0.49	24.3	57	87.05	59	72	159	254	6.8	16	77
10	10.0	19.5	31.2	0.89	40.4	157	79.75	25	32	192	384	7.2	8	75
11	4.0	19.7	32.4	0.61	26.0	70	94.20	42	92	156	238	6.8	43	124
12	12.0	19.7	29.3	0.61	26.6	43	90.80	47	98	151	308	6.8	7	71
13	7.0	17.6	33.6	0.68	30.7	33	94.14	22	73	165	297	7.0	21	86
14	0.5	21.8	29.7	0.57	24.6	30	94.20	32	69	141	350	7.2	18	75
15	7.0	17.4	29.0	0.65	29.3	82	59.81	57	96	154	278	6.8	26	130
16	9.0	15.3	29.3	0.73	36.4	59	91.86	27	40	111	273	7.2	10	71
17	7.0	14.4	32.0	0.56	26.2	54	86.77	22	59	133	182	6.8	30	130
18	4.0	15.0	28.5	0.57	23.6	68	58.35	43	59	103	279	6.9	24	65



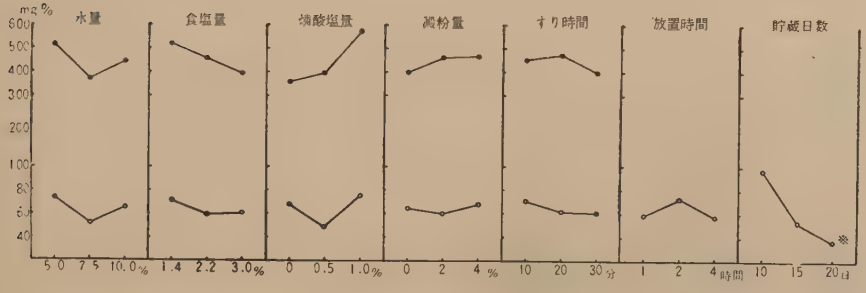
第 1 図　粘　着　力



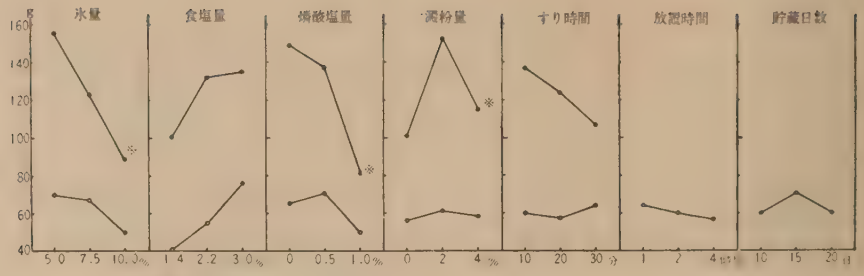
第 2 図　粘　　度



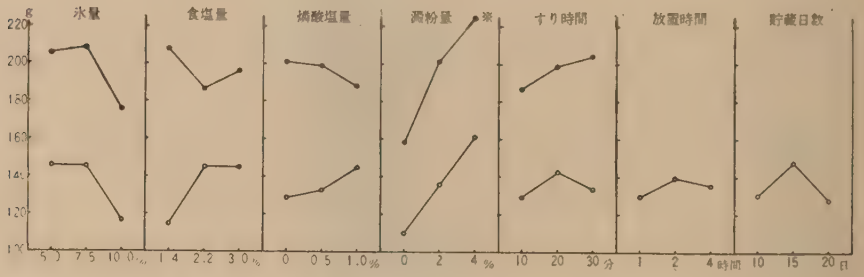
第 3 図　溶　解　度



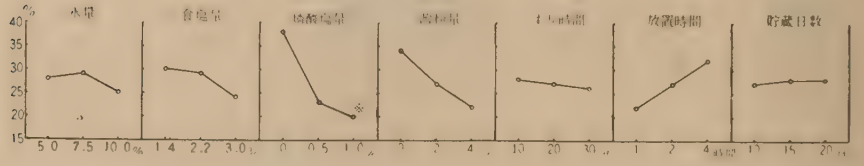
第 4 図　アクトミオシン



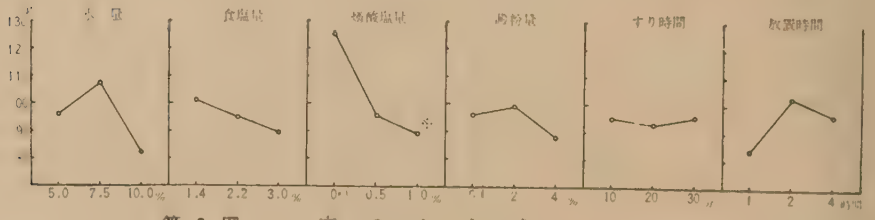
第 5 図　　坐　　り



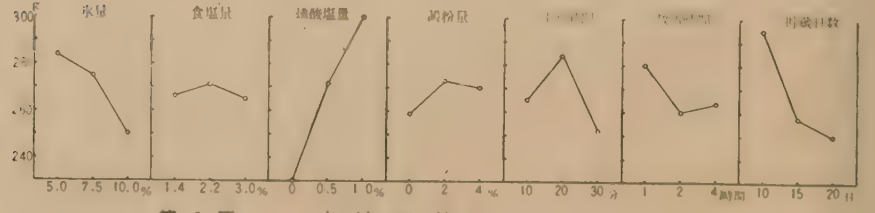
第 6 図　　弾　　力



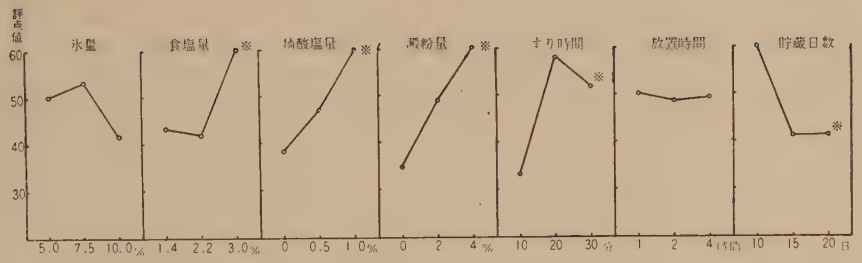
第 7 図　　保　　水　・　性



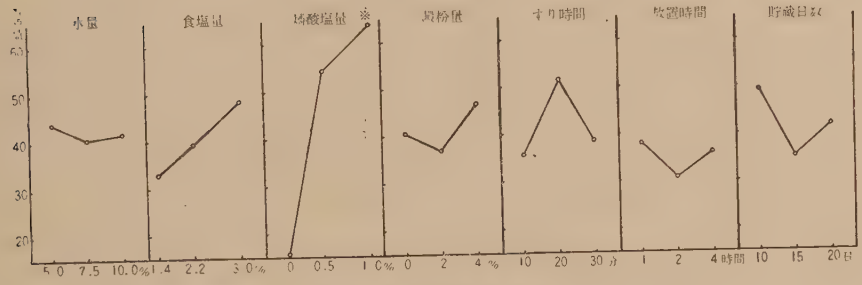
第 8 図　　肉　の　か　た　さ



第 9 図　　凍　結　調　整　弾　力



第10図　　切断面の観察



第11図　　品　質（官能検査）

第7表　　評点要約表（1）

		1	2	3	6	7	10	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	合計	合計点のレンジ
8	Ⅰ	0	2	0	0	−2	0	−1	0	0	1	1	0	0	1	0	−1	−1	6
	Ⅱ	0	1	0	0	−1	0	−2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	計	0	3	0	0	−3	0	−3	0	0	1	1	0	0	1	0	−1		
	レンジ	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1		
5	Ⅰ	1	−1	1	0	0	0	−2	−1	1	−1	0	0	−1	−1	2	0	−10	7
	Ⅱ	1	−1	1	−1	−1	−1	−2	−1	0	−2	−1	0	−1	−1	1	1		
	計	2	−2	2	−1	−1	−1	−4	−2	1	−3	−1	0	−2	−2	3	1		
	レンジ	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1		
1	Ⅰ	−2	−3	−1	−2	−3	−2	−3	−2	−2	−3	−2	−3	−1	−3	−3	−3	−72	3
	Ⅱ	−1	−2	−2	−2	−3	−2	−2	−2	−2	−3	−2	−3	−2	−3	−2	−1		
	計	−3	−5	−3	−4	−6	−4	−5	−4	−4	−6	−4	−6	−3	−6	−5	−4		
	レンジ	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2		
15	Ⅰ	−2	−2	−2	−2	−3	−2	−2	−2	−2	−2	−1	−2	−2	−3	−3	−3	−71	3
	Ⅱ	−2	−3	−1	−2	−3	−2	−3	−2	−2	−3	−2	−3	−2	−3	−2	−2		
	計	−4	−5	−3	−4	−6	−4	−5	−4	−4	−5	−3	−5	−4	−6	−5	−4		
	レンジ	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0		
10	Ⅰ	0	0	1	0	1	0	1	1	2	0	2	1	2	1	−1	1	21	6
	Ⅱ	2	0	1	0	1	0	1	1	0	−2	2	1	1	1	−1	1		
	計	2	0	2	0	2	0	2	2	2	−2	4	2	3	2	−2	2		
	レンジ	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0		
18	Ⅰ	1	1	2	0	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	3	0	44	5
	Ⅱ	1	1	2	1	2	1	−1	2	2	0	2	2	2	2	3	1		
	計	2	2	4	1	4	2	1	4	3	1	3	4	3	3	6	1		
	レンジ	0	0	0	1	0	0	3	0	1	1	1	0	1	1	0	1		
レンジ合計		3	3	2	2	2	0	6	0	4	6	4	1	3	2	2	5	116	30
計のレンジ		6	8	7	5	10	6	7	8	7	7	8	10	7	9	11	6	合計計のレンジ	合計点レンジ計
O. S. D (1.16)		3.48	3.48	2.32	2.32	2.32	0	6.96	0	4.64	6.96	4.64	1.16	3.48	2.32	2.32	5.80		

第 8 表　評　点　要　約　表　(2)

		1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	合計	合計点のレンジ
14	Ⅰ	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	0	1	1	1	2	2	2	2	1	2	54	4
	Ⅱ	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0	1	1	1	1	2	1	2	1	0		
	計	2	3	2	3	3	2	4	3	4	4	0	2	2	2	3	4	3	4	2	2		
	レンジ	6	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2		
12	Ⅰ	1	1	1	0	1	−2	0	1	0	0	0	1	−1	0	0	1	−1	0	0	0	4	6
	Ⅱ	0	0	1	1	0	−2	0	1	1	1	−1	0	0	0	0	0	0	0	−1	2		
	計	1	1	2	1	1	−4	0	2	1	1	−1	1	−1	0	0	1	−1	0	−1	2		
	レンジ	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	2		
17	Ⅰ	−2	−1	−1	0	−3	−3	−3	0	−1	−2	−3	−2	−3	−3	−3	−1	−2	−3	−3	−3	−85	5
	Ⅱ	−1	−1	0	−2	−3	−2	−3	−2	−1	−2	−3	−2	−3	−3	−3	−1	−2	−3	−3	−3		
	計	−3	−2	−1	−2	−6	−5	−6	2	−2	−4	−6	−4	−6	−6	−6	−2	−4	−6	−6	−6		
	レンジ	1	0	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	Ⅰ	2	1	1	0	1	−1	1	1	1	1	0	0	0	0	−1	0	1	1	0	1	17	5
	Ⅱ	1	1	1	0	2	−1	1	1	0	0	−1	0	−1	0	1	1	1	2	−1	1		
	計	3	2	0	0	3	−2	2	2	1	1	−1	0	−1	0	0	1	2	3	−1	2		
	レンジ	1	0	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	0		
7	Ⅰ	−2	1	−2	−1	−1	−1	−2	0	0	−1	−1	−1	−2	−3	−3	0	−2	−2	−2	−2	−57	5
	Ⅱ	−1	0	−1	−1	−3	−1	−2	0	0	−1	−2	−1	−2	−3	−3	−1	−2	−1	−2	−1		
	計	−3	1	−3	−2	−4	−2	−4	0	0	−1	−3	−2	−4	−6	−6	−1	−4	−3	−4	−3		
	レンジ	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1		
4	Ⅰ	−3	0	−3	−2	−3	−2	−3	−1	0	−2	−3	−2	−3	−3	−3	−1	−3	−3	−3	−3	−94	6
	Ⅱ	−2	0	−3	−2	−3	−3	−3	−2	0	−2	−3	−2	−3	−3	−3	−2	−3	−3	−3	−3		
	計	−5	0	−6	−4	−6	−5	−6	−3	0	−4	−6	−4	−6	−6	−6	−3	−6	−6	−6	−6		
	レンジ	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
レンジの計		5	3	4	4	5	1	0	4	2	2	3	1	2	0	3	4	2	2	2	5	148	31
計のレンジ		8	5	8	7	9	7	10	6	6	8	6	6	8	8	9	7	9	10	8	8	合計のレンジ	合計点のレンジ
O.S.D(1.16)		5.80	3.48	4.64	4.64	5.80	1.16	0	4.64	2.32	2.32	3.48	1.16	2.32	0	3.48	4.64	2.32	2.32	2.32	5.80		

第9表　　評　点　要　約　表（3）

		1	5	6	9	11	13	14	15	16	19	21	24		
13	Ⅰ	−3	1	0	0	0	−1	3	−2	−2	0	−1	−1	−8	9
	Ⅱ	−1	1	0	0	0	0	2	−1	−1	0	−1	−1		
	計	−4	2	0	0	0	−1	5	−3	−3	0	−2	−2		
	レンジ	2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0		
11	Ⅰ	−2	−2	−1	−1	−1	−3	−1	−3	−3	−3	−3	−3	−51	5
	Ⅱ	−3	−2	−1	0	−1	−3	−1	−3	−2	−3	−3	−3		
	計	−5	−4	−2	−1	−2	−6	−2	−6	−5	−6	−6	−6		
	レンジ	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6		
2	Ⅰ	0	−1	1	1	0	−1	1	−1	−1	−2	−2	−1	−12	6
	Ⅱ	0	1	0	1	0	−1	−1	−1	−1	−2	−1	−1		
	計	0	0	1	2	0	−2	0	−2	−2	−4	−3	−2		
	レンジ	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0		
16	Ⅰ	−1	0	0	1	0	−1	1	−1	0	−1	−1	0	−6	6
	Ⅱ	0	0	0	1	0	−1	2	−1	0	−2	−1	−1		
	計	−1	0	0	2	0	−2	3	−2	0	−3	−2	−1		
	レンジ	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1		
9	Ⅰ	−1	−2	−1	−1	−1	−1	1	−3	−2	−2	−2	−1	−34	8
	Ⅱ	−1	−1	−1	−1	−1	−1	1	−3	−3	−3	−2	−2		
	計	−2	−3	−2	−2	−2	−2	2	−6	−5	−5	−4	−3		
	レンジ	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1		
6	Ⅰ	−1	−1	0	−1	−1	−2	−1	−1	−1	−1	−1	−2	−18	4
	Ⅱ	0	−1	1	0	−1	−1	1	1	−1	−1	−2	−1		
	計	−1	−2	1	−1	−2	−3	0	0	−2	−2	−3	−3		
	レンジ	1	0	1	1	0	1	2	2	0	0	1	1		
レンジの計		5	3	2	1	0	2	6	3	3	2	2	3	45	38
計のレンジ		6	6	3	3	2	5	7	6	5	6	5	5	合計の	合計点の
O.S.D(1.16)		5.80	3.48	2.32	1.16	0	2.32	6.96	3.48	3.48	2.32	2.32	3.48	レンジ	レンジ計

1．肉糊の粘着力

肉糊の物性は製品の物性に連るものであるので練製品の研究にあたって，摺身の物性を把握することは，必要かつ有益であるが，測定する方法が困難なためか研究報告が少く，平野，清水（1944）[17] 松本（1953）[18] 等の研究が見られる程度である。[14]

筆者等は松本氏の粘着力測定装置を一部改良して測定値の観察を容易にした結果，測定値の誤差を5%程度にすることが出来た。測定は擂潰終了後，直ちに行ったが，室温および擂潰時間に差があるので一定温度に於ける測定が出来なかった。

氷量の効果：凍結前，凍結後の再擂潰肉糊の両者共に氷の添加量が多くなるに従って粘着力は低下し，特に凍結後はこの傾向が著しい。これに対し肉糊の"肌目"（きめ）は氷量の多い程細やかであり，粘着力の高いものの中には肌目が荒く，ぼろついているものもあって，粘着力の強弱と肌目の細やかさ，もしくは荒さとは必ずしも一致しない。

食塩の効果：凍結前は2.2%，3%の添加で蛋白質が溶解し粘稠な肉糊になったが，粘着力は弱く食塩の少い1.4%の方が粘着力はやや強い傾向を示した。

燐酸塩の効果：凍結前は判然とした傾向はみられないが凍結後は添加量が多い程，粘着力が強くなる傾向がみられる。このことは燐酸塩が蛋白質の変性を抑制しているためと推定される。

澱粉の効果：凍結前後共に明らかでない。

擂潰時間：凍結前は長時間の方が粘着力を強める傾向が見られるが，凍結後は明らかでない。

貯蔵期間：長い方が粘着力が強くなる傾向があらわれているが肉質は硬く，肌目が荒くぼろついており肉糊として不良のものが多かった。

各因子とも粘着力による有意性は認められない。凍結による粘着力の低下は明らかにあらわれなかっただけでなく，逆に高くなったものもあり，凍結による影響を求めることが出来なかった。

このことは測定時の肉糊の温度が一定でなかったために誤差が大きかったのではないかということと，この方法での粘着力の測定のみでは肉糊の物性を代表し得る値が得られないのではないかと考えられる。

2. 溶解度，粘度，Actomyosin

原料を凍結したのち再擂潰し粘稠な肉糊を形成させるためには，凍結貯蔵中に蛋白質の変性を出来るだけ抑制することが必要である。

魚肉蛋白質の凍結貯蔵中の変性については多くの研究が行われている。Dyer[1] は Cod. と Halibut について −12°C と −23°C の条件でフイレーを凍結貯蔵しActomyosinをみており，Cod.では −23°C の場合は20週間で70%の残存量，Halibut では40週間で60%以上であった。また Saeed[19] 等も同じく Cad. フイレーを使用して緩慢凍結，急速凍結で −20°C に貯蔵し 5% 塩溶性窒素量の変化をみている。緩慢凍結のものは92日で66.6%，148日で50%，急速凍結で78.3%および42.3%等であり，かなりの蛋白変性量が少い。今野[20]や田中[21]等がスケトウダラで行った場合は変性が急激であった。

本実験で使用した原魚は第3表に示した如く溶解度は71〜84%であるが，空擂10分間行った擂身の溶解度は1夜の水晒，擂潰の過程を経ることによって43〜49%に減じ，粘度も Actomyosin も減少した。

わりつけによる18回の肉糊の特性値は第4表，第5表に示したように溶解度，粘度 Actomyosin は凍結前に比して凍結後はともに同様な傾向で減少している。

myosin 系蛋白質の粘性については多くの研究報告があり，myosin 量および Actomyosin 量は粘性と密接な関係があることが知られている。18箇のデータを用いての溶解度と粘度との間に寄与率*を求めたところ0.77で1に近く二者の内一方で他方の値を推定出来得る程高度の関係を有する。

Snow[9] は凍結中の myosin は物理的状態によってその変性度が異ることを研究し，Dispersed Sol.の場合は −24°C，24時間で 4〜5%の変性で最も少く，次で Suspeded Gel. で 50〜55%，Cantrifuged Gel. は 85〜90%の変性を受ける。水素イオン濃度の影響については Dispersed Sol. の場合は pH 7.0〜7.8 の間では変性が最も少くそれ以外の酸，アルカリ側では急激に変性を受ける。Suspended Gel. は殆ど影響を受けないが変性度は高く73〜75%である。myosin の等電点は塩のない状態では pH 5.5で，pH 7.0ではほとんど溶け，塩の存在では塩濃度によって等電点の移動が生ずるとしている。

スケトウダラ肉の等電点も田中等[21]によると塩濃度が高くなると変性度に影響するのが認められた。

第2図に示した如く粘度については各因子共に主効果の有意性が認められなかった。溶解度および Actomyosin については5%水準に近い主効果の値の出たものがあった。

氷量の効果：基質である蛋白質の稀釈度の少い5%氷量の場合は粘度，溶解度 Actomyosin 量が7.5%，10%の場合より多かったが，3水準の間には有意な差の傾向はみられない。

食塩の効果：食塩量の多いと共に溶解度，粘度，Actomyosin が減少する。これは食塩により塩析した蛋白質がホモゲナイズの場合，希釈すると塩溶性蛋白質量が減少するように擂潰時に不溶化するのではなかろうかと思われる。粘度も同様な傾向を示しており，溶解度の場合は5%水準で有意差が認められ，これは清水[22]，田中[21]等の行った結果と一致し塩析による蛋白質の変性と考えられる。

重合燐酸塩の効果：粘度では認められないが溶解度，Actomyosin で有意な効果がみられ，添加量が多いほど，

*
$$\rho_{A\to B}=\frac{S_A(B)-\frac{dfs}{dfe}Se(B)}{S_T \cdot B}$$

但し $S_T(B)=\sum_{ij} b_{ij}^2 - C\cdot F$

$$A_i(B)=\sum_{j=1}^{n} b_{ij}$$

$$Se(B)=S_T(B)-S_A(B)$$

蛋白質の変性を抑制する作用が認められた。燐酸塩を加えることにより肉糊の pH 凍結前では6.8～7.0（原料魚肉の pH 6.4～6.7）に増加し，凍結後は蛋白の変性により，緩衝能が低下して，pH 値の増加の傾向があらわれ特に1％添加試料では pH 7.0～7.2（試料番号3.6.8.10.14.16）になっており，前述の如く塩溶性蛋白質の変性を抑える pH 範囲になったためと考えられる。

凍結後の溶解度と，凍結前の Actomyosin に5％水準に近い値が出ており，繰返し実験することより有意性が認められるものと推定される。

澱粉の効果：僅かであるが，粘度，Actomyosin にみられたが，その効果は明らかでない。

擂潰時間による効果：長くなるにつれて溶解度，粘度，Actomyosin 量共に減少の傾向が見られる。擂潰によって溶解露出した蛋白質が空気と接触することにより不溶性化するものと考えられる。凍結後は溶解度以外は擂潰時間が長くなるに従って減少しており凍結前の擂潰の影響がそのまま保持されている。筆者等は肉質を十分に擂潰することによって原肉のときは Gel. 状であった塩溶性蛋白質が，食塩に溶解して或程度は Sol. になるのではなかろうかと推定して，擂潰時間の因子をとりいれたのであるが，筆者等[23]が5％NaCl，pH 7.4抽出溶液（myosin 系蛋白は Sol. 状）と，Actomyosin を遠心分離沈澱させた Gel. を凍結貯蔵し変性度を求めた結果および Snow[9] 等の結果より推定するに肉糊の Actomyosin および溶解度の減少率は Gel. の変性率に似ているところから，Sol. 状態になつているものは少いように考えれる。

放置時間の効果：放置場所の気温が10°C 前後であったので坐り，の進行がこの時間内では少なかったためか粘度は放置時間が長い程，高い傾向を示し，溶解度，Actomyosin の場合は影響がみられなかった。

貯蔵期間の効果：溶解度，Actomyosin 共に貯蔵が長くなるに従って減少しており，特に Actomyosin は減少傾向が顕著で5％水準で有意性が認められた。

3．坐　　り

摺身を凍結して再擂潰し粘稠な肉糊を形成させるための条件の一つとして坐らないうちに凍結させることが必要である。

スケトウダラは一般に坐り易い魚種であるといわれており[24]，比較的低温でも坐りがかなり進行することが認められている[20]。

夏季に於ける製造作業では擂肉の温度が上昇し，冷蔵庫に入れるまでの時間内にも坐りが進行するので，坐らせない手段をこうずる必要がある。

筆者等[25]がスケトウダラを原料として蒲鉾を製造した際，坐りを利用して強い弾力を出すことを行ったが，擂潰後加熱して強い弾力を示すものは，放置の際，強い坐りを示し，これを加熱すると一層強力な弾力を示すこと，および最終的な坐りの強さは必ずしも坐りの進行の速度と一致するものではないことを認めている。

凍結再擂潰後も坐りの能力をもっているが，その成因については明らかでない。

本実験に設定した7因子の“坐り„におよぼす影響は第5図に示したが1％水準で影響するものは水量（水分），燐酸塩で，共に添加量の多い程“坐り„を阻害する傾向を示す。

水量の効果：水分の多い区分が坐り難いことはそれだけ基質が稀釈されており，坐りが弱くなりプランジャーによって破れ易くなったことも一因であろうと推定される。

食塩の効果：1.4％では坐り難く，2.2，3.0％で坐り易くなっている。

燐酸塩の効果：坐りにおよぼす燐酸塩の影響について，0.3％の燐酸塩を使用した報告[20]では坐りを促進させているようであり，岡田等[26]の報告では低濃度（0.2～0.4％）にゼリー強度の山をみている。本実験では燐酸塩が坐りを阻害することが明らかであり，相反する結果になったのは比較的高濃度（0.5～1.0％）を使用しているためかと考えられる。

澱粉の効果：5％水準で有意性が認められるが，傾向からみて“坐り„には関与しないことが分る。

凍結再擂潰後の“坐り„は一般に弱くなっているが“坐る„能力はなお保持されている。

4．弾　　力

スケトウダラは食塩に溶解し難い肉繊維を除いて，良質の筋肉のみを採取し，脱水，擂潰の程度を高くし摺身中の空気を脱去する等の手段[25]および坐りを応用[21]することによって強い“足„を出すことが出来るが，通常

の方法によっては弱足魚と言われている如く[24,27]，澱粉を添加して補強することが必要とされる

本実験では魚肉ソーセージ原料として冷凍貯蔵することを目的としたので，良質な蒲鉾を製造する際の工程である落身の水晒，裏漉，空気の脱去等は行わなかった　坐らせることは前述の如く再擂潰によって，再び粘稠な肉糊をつくることが出来なくなるので除外した。

従って，第6図に示した通り凍結の弾力におよぼす影響は5％水準で澱粉の補強効果が大きくあらわれ，当然関与すると考えられる食塩量[28]，燐酸塩の効果[20,26,29,30]はみられなかった　このことは，わりつけにおける澱粉の寄与率が55.3%を示し実験誤差を含めると73%となり他の要因の効果が相殺されたものと推定される

凍結後の傾向では，いづれも有意にあらわれなかったが，食塩，燐酸塩，共に弾力におよぼす効果を示している。

擂り時間の効果：凍結前にやや擂り時間の多い程，弾力が高くあらわれる傾向を示したが，凍結後再擂潰したものにはその影響はあらわれなかった。

放置時間，冷蔵期間の影響もあらわれていない。

次に各試料をスケトウダラソーセージの製法に準じて各添加物を加え製品化したものの弾力を第9図についてみると，5%水準では有意性は認められなかったが，水量，燐酸塩，貯蔵期間に影響のあることがみられ，食塩，澱粉，擂り時間の効果はみられなかった　これは標準品と同じ基準（最終的に食塩量 3%，澱粉10%，擂り時間30分）に調整してあるためであろう。

5. 保　水　性

スケトウダラ肉は他の洄游性魚族に比して保水力はかなり低く[31,8]，また凍結肉の drip 量は極めて大きい[21,8]

一般に魚肉の保水力を左右する大きな因子は pH と塩の種類[21,3,4]および濃度[32]である。

擂身の強い保水性は繊維状蛋白の水和に基ずいており，これは一種の溶解現象であって pH，イオン強度の他に温度，時間およびイオン固有の効果があげられる[33]。

また冷凍によって生成される drip も保水性の消失の結果であり，蛋白の変性に基ずく水和性の減少であって，pH の調節や食塩添加等の drip 防止法[34,35,26,37,21,31]は魚肉中の水の活動度を低下せしめ蛋白と水の結合力の増大を図ることであると指摘されている。

擂身の凍結に際しては，まず擂身の保水力を高め凍結貯蔵中にその保水力を持続させる必要がある　保水力の低い擂身は凍結貯蔵中に肉質が硬化し再擂潰[30]しても粘稠な肉糊を形成せず弾力ある製品が得られない

肉の保水性の測定法については多くの報告があるが[16,38,39,40,41]，L. E. Kunkle，藤巻等の行った測定法に準拠して加熱脱水量によって保水性を検討した。

凍結前後の保水性の検討を行う予定であったが，作業の都合上，凍結前第1回目の6試料については測定不能のために凍結前の保水性に関する各要因の主効果は算出できなかった　従って本実験では凍結後の保水性についてのみ整理し検討を行つた。（第7図）

各要因の主効果のうち5%水準で燐酸塩の効果がみられ，濃度の高い区分程保水力を高める効果があった　凍結前に測定した12試料の保水力と比較してみると，濃度の高い区分では僅かに保水性が失われているにすぎず十分にその効果が期待できる。

燐酸塩を添加すると肉の保水力を増しソーセージの切口面の状態や噛んだときの食感が向上すると言われている[38,39]。

燐酸塩が肉の保水性を高める原因として肉の pH を上昇せしめるのが一因であり　本実験では 6.8〜7.2 に高められているし，また肉中の Ca イオン，Mg イオンとのキレーションによる反応のためであるとされている[29]

このわりつけによる燐酸塩の主効果の寄与率は51.7%で極めて高いので，当然考えられる水量の影響は実験にあらわれていない。

食塩の効果は多い程保水性を高める傾向がみられ，田中等[21]の行った一塩冷凍，drip 防止の実験結果[21]と一致する。

澱粉の効果は濃度の高い程，保水効果がみられたが，加熱後の脱水量を測定したので澱粉が加熱によって糊

潤糊化（70°C）するためであり，特に冷凍中の保水性を持続させる効果は考えられない。

擂潰時間の効果は僅かでわあるが，摺り時間の長い程保水の効果のある傾向がみられるが差が小さすぎるので，保水効果に関与しないとみてよい。

凍結までの放置時間は短い程保水効果がみられるが，この傾向からみて効果あるとは考えられない。温度が低く（7～12°C）本実験では短時間のため“坐り„は全く起さなかった。“坐り„程度に放置時間を長くすれば保水効果が高くあらわれるものと考えられる。

貯蔵期間では差は全くみられない。

6. かたさ

魚肉は凍結貯蔵中に一般的な現象として肉質の“かたさ„を増し，ついには食用に不適当な状態を呈するようになる。

凍結貯蔵中の“かたさ„は Actomyosin 量と相関があり Actomyosin の不溶解性化（変性）が増すと肉質もまた硬くなると言われており[42]，またより低温（−30°C）では Actomyosin の溶解度と何等の関係もなく“かたさ„だけが増すと言われている[43]。

摺身凍結品の“かたさ„については前報[8]で述べたように坐らせたのち凍結させたものは蛋白の溶解度には直接の関係はみられず添加物の影響が最も大きな因子であることを知った。

また摺身凍結品の氷結晶は非常に大きく，通常の凍結魚のそれに比して50～400倍に達し，かなり規則的に配列され，肉は圧搾，濃縮された状態で放置され，これが“かたさ„を増す機構であろうと推定される。

“かたさ„についての測定は“坐り„や“弾力„の測定と同様に行った。凍結前の摺身は坐りを起していないので，解凍時の破れの強度が，そのまま凍結貯蔵中の変化であるとみて差支ないと考える。

この項の実験では貯蔵期間は15日として貯蔵期間の要因は除いてある。

各要因のうち燐酸塩が5%水準で有意な効果を示し，濃度の高い程効果がある。燐酸塩の寄与率は58.58%と非常に高く凍結中にかたくなることを防止するに著しい効果があると思われる。

食塩はやや傾向を示し，濃度の高いものに効果がみられる。

氷量，澱粉，擂潰時間，放置時間には，はっきりした傾向がみられなかった。これはこのわりつけに於ける燐酸塩の寄与率が非常に高いために消されたか，またはそれ等の因子が“かたさ„に関係があるとしても非常に小さいか何れかであろう。

保水性と“かたさ„の図を比較すると可成の類似点がみられる。両者の関係度指数を求めると $\rho A \to B = 0.58$ となり保水性と“かたさ„の間には中程度以上の関係があり，保水性の値を“かたさ„の値に代入してもそれ程大きな誤りがないことを示す。従って保水性を高める手段を構ずることによって凍結貯蔵中の“かたさ„を防止出来るわけであり，更に再擂潰時の肉糊はボロつかず粘稠な良品が得られるものと思われる。

7. 官能審査結果

㋑ 切断面の観察

凍結後，再擂潰し加熱した試料の切断面の状態について20人の検査員によって1～10点で採点した結果を集計処理し各主効果を算出した結果を第10図に示した。

5%水準で食塩量，燐酸塩量，澱粉量，擂潰時間，貯蔵期間などが関与し，氷量，放置時間の影響はみられない。

食塩，澱粉は何れも添加量の多い区分が効果があり，擂潰時間では20分で好ましく貯蔵期間は短い方がよく，15日と20日では大差はみられなかった。

㋺ 製品の品質

凍結試料を原料としたソーセージの品質について，Mahoney[44]の採点レンジの合計による有意差判別法により判定した。

試料は冷凍貯蔵期間で3区分し6試料ずつ3日間にわたり官能検査を行った。

検査員は当所場員のうち過去の試験結果からソーセージの判別に優れた能力を有すると認められた24人で構成した。

採点の方法は予備試験で略々中位と思われる標準試料を併置して採点の目安とし，その良否の程度を－3～0～＋3の7点法で採点し2回繰返しを行い Mahoney の検査員選択法で適格者を選び，その評点を集計処理した結果を第7～第9表に示した。

この結果では全試料の合計点レンジ総和（30，38，31）に O. S. D.（Overall significant difference）係数を乗じた価が合計のレンジ（116，45，148）より小さく，従って試料全体の判定は有意と認められる。

次に各試料の合計点を検査員数で除し各要因の主効果を算出し第11表に示した。

この結果，燐酸塩の効果が非常に大きく，寄与率は73.14%を示している。

燐酸塩は溶解度，弾力，保水性，“かたさ„および切断面の状態で効果を示しているが，これ等が総合されて製品の官能検査で好ましい結果が判定されたものと思われる。また添加量については，[illegible]の範囲では濃度の高い程効果がみられるが，0.5%と1%では大きな差はないようである。

燐酸塩の他に食塩の効果がみられるが顕著な差はない。

因 子 の 考 察

1. 氷量の効果

氷量の増加と共に基質が稀釈されるため粘着力，弾力，切断面の状態は負の効果が明らかに認められる。

蛋白質の溶解度，myosin，粘度，保水性については傾向が明らかでない。“坐り„については氷量の増加と共に“坐り„の現象は弱く，凍結後も同傾向を示す。

以上の結果より擂身を製造する際の気温が今回の如く10°C前後で，原料魚肉を4°C位に予冷しておくと擂潰による肉糊の温度は7～13°C位に上昇するだけであるので氷の使用量が少い程，良い結果が期待出来る。更に気温が低い場合は氷を使用しないのが理想的であり，気温高く，氷を多量に使用しなければならない場合は事前の脱水を多くして水分量を少くする配慮が必要であろう。

2. 食塩の効果

食塩濃度（1.4，2.2，3.0%）の増加と共に塩溶性蛋白質 Actomyosin 量を多少増し凍結後も凍結による蛋白変性が認められるが，弾力，坐り，肉の堅さ，保水性，製品切断面の状態等に関しては効果が認められ，総合的な品質保持の為に食塩濃度は2.2%以上にする事が必要であろう。

3. 燐酸塩の効果

燐酸塩類が肉加工品の保水性を向上させ，製品の[illegible]を増し，肉の結着性を改善させる事が認められ，西ドイツで2～3年前に開発され，我国においても畜肉加工，水産練製品に用いると品質を改良することが認められ実用化されている。

燐酸塩類の中，メタ，ポリ，ピロの燐酸ソーダの3種類が用いられ，市販品の多くはこれ等の混合物である。

肉加工品の保水性を向上させるのは肉の pH を上昇せしめるのが一因であり，また[illegible]は Ca イオンとキレートをつくるため，筋肉蛋白の収縮を阻害し，膨潤せしめ，更にまた分子の大きな燐酸塩は Actomyosin を Actin と myosin に解離せしめるので myosin が溶出して蛋白の溶解度が高くなり保水性が増加すると推論されている[45][46]。

本試験では上記の作用が明確に各特性値に現れ，溶解度および Actomyosin 量の減少を防ぎ，保水性を向上させ，凍結中に肉が堅くなるのを抑制する作用が顕著であった。

弾力に対しては燐酸塩を多量に用いたものは弾力を弱める傾向がみられるが，有意な差はなかった。

試料の官能検査による品質の総合判定結果でも燐酸塩の効果は有意性が認められ，冷凍すり身の品質保持には欠くことが出来ないことが明らかである。

各種燐酸塩の個々の効果については今後に実験する予定である。

4. 澱粉の効果

澱粉は“足„の補強剤として使用されているが，その他に擂身の凍結中の保水性をよくした作用はあるが肉質の“かたさ„を抑制し，溶解度を増す傾向がみられる。

凍結摺身で製造した製品は，最終的にすべて澱粉量を10%に規制したのであるが，凍結前に使用した澱粉の影響が認められ，無添加よりは２%～４%の添加が凍結後の品質に効果をもつものと考えられる。併し長期間の貯蔵では澱粉の老化が考えられるので，この点は次回の実験で明らかにしたい。

5．擂潰時間の効果

擂潰時間と肉糊の塩溶性白蛋溶解度との間に第３図の如く擂潰時間の長い20，30分は10分の試料より塩溶性蛋白量が減少したが，凍結後は差が見られなくなった。粘度および Actomyosin 量については擂潰時間が長い程，測定値が若干減少する程度で，保水性，肉質の“かたさ„についてはプラスの傾向がみられ，最終製品（凍結前後で擂潰時間を合計50分に規制した）の弾力も20分の場合は効果が認められることより空摺10分，塩摺20分程度行うことが適当のように思われる。

併しながら，スケトウダラは生活環境，年令，鮮度によって，肉質にかなり相違があり，擂潰の難易の差があるだけでなく，脱水の程度によっても摺り時間を適宜変える必要あることを経験的に認めているし，煉製品技術者の認めるところである。また，スケトウダラは擂潰中に空気と混合し易い肉質であり，擂潰時間が多いことは，それだけ空気との接触が増すことであり，空気を遮断した条件での擂潰を行う場合は，違った効果が生ずることと考えられる。これ等のことについては今後の実験において逐次明らかにしてゆきたい。

6．凍結までの放置時間および貯蔵期間の効果

気温（放置温度）が8～12°Cで，低かったため“坐り„の現象が起きていないので明らかな傾向は見られなかつたが，保水性，“かたさ„，製品弾力におよぼす負の傾向から，摺身は可及的速かに凍結することが必要である。

貯蔵日数が長くなると蛋白の溶解度，特に Actomyosin 量は急激に減少し，蛋白の変性が短期日の間に進行することが認められる。それに伴い肉糊形成能も減退し製品弾力も低下する。長期間貯蔵するためには蛋白質の変性を抑制する方法を研究する必要がある。

要　　約

1）北見沿岸のスケトウダラを用いて種々な条件によってすり身を作り凍結貯蔵後，解凍しチョッパーがけを行った後，再擂潰してソーセージを製造し凍結すり身の蒲鉾形成能を試験した。

2）すり身の製造および凍結が品質におよぼす影響の因子として次の７因子（氷，食塩，燐酸塩，澱粉，すり時間，放置時間，貯蔵期間）をとりあげた。各因子の効果は各測定特性値について分散分析により有意性を検定した。

3）今回の試験結果の範囲内では蒲鉾形成能に効果の認められた因子は燐酸塩（1%）食塩（2.2%）氷量（5%）澱粉（2%）であり，特に燐酸塩は顕著な効果が認められた。

引　用　文　献

1) Dyer W. J. Freneh H. V (1950): J. Fish Res., Bd. of Canada, **7** 585～592.
2) Nikkila. O. E. Reino, R. Linko (1951): Food Res., 21 42～46.
3) 野口栄三郎 (1950): 日水誌 **16** (12) 25～28.
4) 岡田稔，多田節子 (1953): 日水誌 **19** (3) 178～184.
5) Finn (1932): Proc Roy. Soc London B. 111 (396).
6) Nikkila O. E (1954): Food Res., 19 200～205.
7) 武田二美雄，古田元宏・北林透 (1959) ：北水試月報 **16** (11) 14～21.
8) 西谷喬助，田中修・武田二美雄 (1960): 北水試月報 **17** (1) 26～34.
9) J. M. Snow (1950): J. Fish Res., Bd. of Canada **7** (10).
10) 岡田稔・多田節子 (1955): 日水誌 **20** (3) 224～231.
11) Balley. K (1944): Advancesin Frotine Chemistry (1).

12) 平野　弘（1942）：日化誌（63）1081～1084.
13) 田口玄一（1958）：実験計画法 上・下 丸善書店.
14) 松本重一郎，新井とみ子（1953）：日水誌 **18**（7）319～322.
15) 松本重一郎，新井とみ子（1952）：日水誌 **17**（20）377～381.
16) 藤巻正生，津田美紗子（1958）：農加技誌 **5**（2）62～68.
17) 平野　弘（1939）：日水誌 **8** 29～40.
18) 清水　亘（1944）：日水誌 **12** 162～172.
19) Saeed Ahmad, HV Saimi（1950）：Food Res., **20**. 265.
20) 宇野勉，中村全良（1958）：本報告（18）45～53.
21) 田中修，久保正，高山幸夫（1958）：本報告（18）54～60.
22) 清水亘，日引重幸（1952）：日水誌 **17**（10）301～304.
23) 田元馨，田中修（1960）：未発表.
24) 岡田　稔（1959）：東海区水研報告（24）. 67～72.
25) 西谷喬助，武田二美雄（1960）：北水試月報 **17**（4）.
26) 岡田　稔（1957）：食品工業（光琳書店）（12）18～21.
27) 清水　亘（1949）：蒲鉾 生活社刊.
28) 志水寛，清水亘（1955）：日水誌 **21**（7）501～502.
29) 岡村一弘，松田敏生，横山理雄（1958）：日水誌 **24**（6&7）545～550.
30) 岡村一弘，松田敏生，横山理雄（1958）：日水誌 **24**（10）821～826.
31) 田中修，久保正（1960）：未発表.
32) 右田正男，岡田稔（1954）：日水誌 **20**（3）213～223.
33) L. F. Swift and Rex Ellis（1956）：Food Tech., **10**（11）546～552.
34) H. L. A Tarr（1942）：J. Fish Res., Bd. of Canada **5**（5）411～427.
35) G. L. Taylor（1930）：Ice and Refrigeration **76**（6）.
36) 谷川英一，三浦康夫，秋場稔（1953）：冷凍 **28**（313）294～304.
37) 秋場　稔（1955）：日水誌 **20**（10）937～939.
38) 志水　寛（1958）：京大食糧研報告（21）51～58.
39) 岡村一弘，松田敏生，横山理雄（1958）：日水誌 **24**（10）826～832.
40) E. Wierbicki, L. E. Kunkle（1957）：Food Tech., 69～73.
41) 食品工業 **2**（4）1959に転訳された著者不明〔J. of Agri. and Food Chem., **6** 387～392（1958）〕.
42) Dyer W. J and Morton M. L.（1956）：J. Fish Res., Bd. Canada 13.
43) Love R. M（1956）：Nature **178**（4540）988～989.
44) C. H. Mahoney（1957）：Food Tech., **11**（9）.
45) 志水寛，池内常郎，清水亘（1955）：日水誌 **20**（9）811.
46) C. E, Swift and Rex Ellis（1956）：Food Tech., **10**（11）546～552.

昭和35年2月25日　印刷
昭和35年2月29日　発行

編集兼
発行者　水産庁北海道区水産研究所

札幌市南8条西8丁目
印刷者　林　下　忠　三

札幌市南8条西8丁目
印刷所　興文舎印刷株式会社

BULLETIN
OF THE
HOKKAIDO REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY
FISHERIES AGENCY

No. 21

CONTENTS

Hiroshi KURATA : Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*.
II. Feeding habits of tha zoea. 1

Hiroshi KURATA : Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*.
III. The influence of temperature and salinity on the survival and growth of the larva. 9

Ikuo NASUKAWA : On the Oceanographic Conditions and the Annual Fluctuation in the Sea Adjacent to the Kurile Islands. 15

Hiroshi OSHIMA, Masatoki SASAJIMA and Tomoko KANZAKI : Studies on the Sterilization of Fishmeal and the Improvement of its Quality. 31

Kyosuke NISHIYA, Fumio TAKEDA, Kaoru TAMOTO, Shu TANAKA and Tadashi KUBO : Studies on Freezing of "Surimi" (Fish paste) and its Application (II).
On freezing of Alaska pollack "Surimi" for the material of Sausage (1). 44

February, 1960

KOBUNSHA PRINTING CO.,LTD